



MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA DO AMBIENTE 2017/2018

**DISPOSITIVOS DE SEGURANÇA NA SINALIZAÇÃO FERROVIÁRIA:
O CASO DAS CAMPAINHAS DE PASSAGEM DE NÍVEL**

CATARINA DIAS CASTRO

Dissertação submetida para obtenção do grau de

MESTRE EM ENGENHARIA DO AMBIENTE

Presidente do Júri: Professor Doutor Manuel Fernando Ribeiro Pereira
(Professor Associado do Departamento de Engenharia Química da Faculdade de Engenharia da
Universidade do Porto)

Orientadora académica: Professora Doutora Cecília Alexandra Abreu Coelho da Rocha
(Professora Auxiliar do Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia da
Universidade do Porto)

Orientador na empresa: Engenheiro Diogo Vasconcelos
(Técnico Especialista na Direção de Engenharia e Ambiente da IP – Infraestruturas de Portugal, SA)

outubro, 2018

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA DO AMBIENTE 2017/2018

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ catc@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ feup@fe.up.pt

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia do Ambiente - 2017/2018 - Departamento de Engenharia Química, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2018*.

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respetivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão eletrónica fornecida pelo respetivo Autor.

Aos meus Pais

Que o medo de cair nunca te impeça de voar

Agradecimentos

No culminar de mais uma etapa importante da minha vida, não poderia deixar de agradecer a algumas pessoas que marcaram este meu percurso de 5 anos na FEUP e esta fase de elaboração da minha dissertação, em particular.

À minha orientadora, professora Cecília Rocha, por me ter concedido a oportunidade de realizar uma dissertação em parceria com uma empresa que me é familiar e por me ter ajudado a escolher os melhores métodos, a estruturar as minhas ideias e opiniões e a realizar o maior trabalho escrito da minha vida até então, o meu obrigada.

À entidade IP – Infraestruturas de Portugal, nomeadamente na pessoa do Engenheiro Diogo Vasconcelos, que aceitou o meu desafio e apesar de algumas barreiras burocráticas e de tempo, de forma sempre simpática, fez de tudo para que eu tivesse o maior sucesso possível, não só através da disponibilização de informação como da resposta pronta e da procura pela resolução de todas as minhas dúvidas.

Ao Engenheiro A. Eduardo Costa e à Engenheira Carolina Rui que prontamente se disponibilizaram para me ajudarem com a execução das medições acústicas às campanhas das passagens de nível alvo deste estudo, sempre com simpatia e boa disposição

À professora Cristina Queirós, especialista em inquéritos, que ajudou na concretização dos inquéritos realizados no decorrer deste projeto, através de indicações de como os elaborar da forma mais correta e ética possível.

Aos inquiridos, que sem nenhuma contrapartida, me ajudaram neste projeto e que sem os seus contributos este trabalho teria, no mínimo, de seguir um rumo diferente.

Aos meus pais, irmãos e família mais próxima por nunca me deixarem sentir desamparada nos momentos mais difíceis, de desânimo e stress. Por se mostrarem sempre presentes e prontos a dar-me o apoio necessário e por serem os principais responsáveis pela pessoa em que me tornei.

Aos amigos que conheci na FEUP e aos que, mesmo de fora da FEUP, me acompanharam neste percurso de 5 anos, agradeço por todo o apoio e preocupação para comigo, por todos os bons momentos e por ouvirem os meus desabafos. Obrigada!

Por fim, à minha TAOD (Tuna Académica de Oliveira do Douro) e ao GJOD (Grupo de Jovens de Oliveira do Douro) por me fazerem tomar conta de outras responsabilidades extracurriculares também importantes, por me fazerem crescer enquanto pessoa e por me darem a oportunidade de investir em duas áreas que gosto, a música e o contacto com outras pessoas.

Resumo

Ao longo dos anos, a rede ferroviária tem sido alvo de diversas transformações tecnológicas e territoriais de forma a acompanhar as necessidades de deslocação, a preocupação com o conforto dos passageiros durante a viagem e as, cada vez maiores, exigências ambientais. Tais transformações têm, por sua vez, feito com que a população se aproxime, cada vez mais, destas vias de comunicação que, se por um lado, se têm revelado como uma mais valia, por outro, têm associadas algumas consequências nefastas. Uma das consequências a salientar está relacionada com o facto de constituírem fontes de ruído significativas, que perturbam as pessoas e nalguns casos podem ter repercussões na sua saúde.

Também se associam às linhas ferroviárias problemas de segurança, nomeadamente nas passagens de nível (PN), que constituem pontos críticos de travessia dessas linhas e onde, desde sempre, se verifica a ocorrência de acidentes, cuja minimização tem passado pela implementação de mecanismos de segurança, como campanhas de sinalização, que como emitem sinalização sonora de aviso se constituem como fontes sonoras, suscetíveis de causar incomodidade à população que vive ou trabalha na proximidade. Em anos mais recentes, a IP - Infraestruturas de Portugal (IP) tem optado pela supressão e reclassificação de PN e pela alteração dos mecanismos de sinalização sonora, com um contributo positivo tanto na ocorrência de acidentes como na incomodidade associada às campanhas de sinalização.

Constatando-se que permanecem situações de incomodidade sonora, mesmo com sucessivas alterações ao regime de funcionamento das campanhas de sinalização, procurou-se compreender a razão subjacente a essas reclamações. Formularam-se dois inquéritos socioacústicos idênticos: um porta-a-porta e outro *online*; tendo-se realizado campanhas de medição de ruído em campanhas da linha do Norte e do Metro do Porto. Foram considerados válidos um total de 116 inquéritos (37 porta-a-porta e 79 *online*), que permitiram a recolha de informação sobre 13 PN diferentes.

Dos resultados obtidos verificou-se que não houve distinção na incomodidade reportada sobre os diferentes tipos de campanha. Constatou-se, no caso dos inquéritos porta-a-porta, que apesar de grande parte dos inquiridos terem reportado problemas de saúde, não os relacionavam com o nível de ruído a que pudessem estar submetidos. Note-se que cerca de 1/3 dos inquiridos moram ou trabalham nesse local há mais de 5 anos (6 a 15 anos), maioritariamente em edifícios com janelas de vidro simples (51%). Na escala numérica de incomodidade, 46% consideram-se medianamente incomodados tendo reportado classificações entre 5 e 7. Em relação ao apito do comboio ou à sinalização com campanhas, cerca de 24% manifestam-se muito ou extremamente incomodados, tendo 26% e 43% dos inquiridos, respetivamente, manifestado que ouvem esses sons. Mais de metade da população refere que quando se sente incomodado ouve em simultâneo vários sons associados à ferrovia, nomeadamente, a passagem do comboio (51%), apitos (43%) e campanhas (57%).

No que diz respeito à responsabilidade do município na autorização da construção de novas habitações em locais já ruidosos verifica-se que a maioria dos inquiridos ($\approx 60\%$) considera que o município deve ter alguma ou toda a responsabilidade. Para além disso também é considerado pela maioria que o município é o principal responsável por proteger as pessoas do ruído.

Das campanhas de medição concluiu-se que as campanhas instaladas têm um comportamento diverso do reportado pelos fabricantes e do avaliado em laboratório. Concluiu-se que, no terreno, as campanhas apresentavam um desempenho mais favorável (menor emissão), no que respeita à potencial incomodidade sentida pelos moradores mais próximos.

PALAVRAS-CHAVE: Passagens de nível, ruído de campanhas, segurança, inquéritos socioacústicos, incomodidade sonora

Abstract

Over the centuries, the railway network has experienced several technological and territorial transformations to keep up with travel needs, to improve passengers' comfort during the journey and to accomplish increasing environmental requirements. In turn, these changes caused a greater proximity to the population, which, on one hand, have proven to be an asset, and, on the other hand, have induces some harmful consequences. As example, railways are significant sources of noise, disturb people, and, in some cases, may cause impact on their health.

Safety issues are also associated with railways, particularly at level crossings, important critical points for crossing these lines, where accidents have a higher probability to occur. The decrease of these occurrences has been prompted by the implementation of security mechanisms such as signaling bells at level crossings. As they emit warning sound signals constitute sound sources that are likely to cause annoyance to the population living or working in their proximity. In recent years, *IP - Infraestruturas de Portugal (IP)* has opted for the suppression and reclassification of level crossings, as well as the adjustment of sound signaling mechanisms causing a positive influence both in the occurrence of accidents and in the annoyance complaints related with those bells.

It has been verified that situations of noise annoyance still occur, even with successive changes to the operating system of signaling bells. Several attempts to understand the reason underlying these complaints have been tested. To this end, two similar socio-acoustic surveys were formulated: one door-to-door and one online. Were also performed noise-measuring campaigns on bells from the *Norte* railway line and *Metro do Porto* line. A total of 116 surveys (37 door-to-door and 79 online) were considered valid, allowing to gather information about 13 different level crossings.

From the results, it was possible to confirm that there was no distinction between the different types of bell, regarding noise annoyance. In the case of door-to-door surveys, it was found that although a large part of the respondents reported health problems, they did not related them to the level of noise in presence. It is to be noted that about 1/3 of the respondents have lived or worked near a railway line for more than 5 years (6 to 15 years), mostly in buildings with single glass windows (51%). In the numerical scale of annoyance, 46% considered themselves moderately annoyed and reported rankings between 5 and 7. Concerning the train whistle or bell signaling, about 24% are very or extremely annoyed and about 26% and 43% of the respondents, respectively, reported to hear those sounds. More than half of the population testified that, when they feel annoyed, they hear several sounds associated with the railway, such as the passage of the train (51%), whistles (43%) and bells (57%).

Concerning the responsibility of the municipality to authorize the construction of new housing in noisy areas, most of the respondents ($\approx 60\%$) consider that they have some or all responsibility. In addition, the majority of the respondents consider that the city council is primarily responsible for protecting people from noise.

From the measurement campaigns it possible to conclude that the installed bells demonstrated a behavior different from the one reported by the manufacturers as the laboratory evaluations. One can conclude that in reality, and with the field assessment, bells presented lower emission, having favorable performance regarding noise annoyance in the surrounding areas.

KEY WORDS: level crossings, bells noise, security, socio-acoustic surveys, noise annoyance

Índice Geral

AGRADECIMENTOS	V
RESUMO	VII
ABSTRACT	IX
ÍNDICE GERAL	XI
ÍNDICE DE FIGURAS	XV
ÍNDICE DE QUADROS	XIX
1 Introdução	1
1.1 ENQUADRAMENTO	1
1.2 OBJETIVOS	7
1.3 METODOLOGIA GERAL DA DISSERTAÇÃO	8
1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	9
2 Estado da Arte	11
2.1 INTRODUÇÃO	11
2.2 TERMOS E CONCEITOS	11
2.2.1 ACÚSTICA	11
2.2.2 FERROVIA	15
2.3 O RUÍDO FERROVIÁRIO	17
2.4 A IMPORTÂNCIA DAS CAMPAINHAS: EVOLUÇÃO E CARACTERÍSTICAS ACÚSTICAS	18
2.4.1 EVOLUÇÃO DAS CAMPAINHAS	18
2.4.2 CARACTERIZAÇÃO ACÚSTICA DE CAMPAINHAS	18
2.5 EVOLUÇÃO DA INVESTIGAÇÃO E DA FORMA DE ATUAÇÃO	20
2.5.1 TIPO DE PASSAGENS DE NÍVEL	20
2.5.2 INQUÉRITOS RELATIVOS À SEGURANÇA DE ATRAVESSAMENTO DE PASSAGENS DE NÍVEL	22
2.5.3 ESTUDOS DE INCOMODIDADE DIRECIONADOS PARA AS CAMPAINHAS DE SINALIZAÇÃO FERROVIÁRIA	25
3 Inquéritos	27
3.1 INTRODUÇÃO	27
3.2 PROCESSO DE FORMULAÇÃO DE INQUÉRITOS	27

3.3	ANÁLISE DE INQUÉRITOS ANTERIORES	27
3.3.1	RUÍDO DE TRABALHADORES	27
3.3.2	RUÍDO RODOVIÁRIO	28
3.3.3	RUÍDO AMBIENTE	30
3.3.4	INCOMODIDADE	31
3.3.5	RUÍDO DE CONSTRUÇÃO	32
3.3.6	RUÍDO FERROVIÁRIO	33
3.3.7	FATORES A CONSIDERAR NA ELABORAÇÃO DOS INQUÉRITOS A REALIZAR	33
3.4	ESTRUTURA DOS INQUÉRITOS A REALIZAR	34
4	Análise das Respostas aos inquéritos	37
4.1	INQUÉRITO PORTA-A-PORTA	37
4.1.1	RESULTADOS POR LOCAL DE INQUÉRITO	37
4.1.2	ANÁLISE GLOBAL DOS INQUÉRITOS PORTA-A-PORTA	85
4.2	INQUÉRITO <i>ONLINE</i>	86
4.3	INQUÉRITO PORTA-A-PORTA VERSUS INQUÉRITO <i>ONLINE</i>	93
4.3.1	DIFERENÇAS E SEMELHANÇAS	94
4.3.2	OPINIÃO RELATIVA À RESPONSABILIDADE DE PROTEÇÃO DAS PESSOAS DO RUÍDO POR PARTE DOS MUNICÍPIOS E OUTRAS ENTIDADES	95
5	Caracterização sonora de campanhas de Passagem de nível	97
5.1	INTRODUÇÃO	97
5.2	PLANO DO CASO DE ESTUDO	97
5.3	MEDIÇÕES ACÚSTICAS	98
5.3.1	CONSIDERAÇÕES GERAIS	98
5.3.2	MEDIÇÕES METEOROLÓGICAS	98
5.3.3	CARACTERIZAÇÃO DOS LOCAIS DE MEDIÇÃO	99
5.3.4	ANÁLISE GLOBAL DOS RESULTADOS	110
5.4	CARACTERIZAÇÃO ACÚSTICA DAS CAMPAINHAS EM LABORATÓRIO	112
5.5	COMPARAÇÃO ENTRE OS RESULTADOS LABORATORIAIS E AS MEDIÇÕES NO CAMPO	114
5.5.1	ENQUADRAMENTO	114
5.5.2	AVERIGUAÇÃO DA INTERFERÊNCIA DO RUÍDO DE FUNDO	114

5.5.3	AVERIGUAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA DISTÂNCIA	118
6	ANÁLISE CRUZADA INQUÉRITOS/MEDIÇÕES	125
6.1	INTRODUÇÃO	125
6.2	COMPARAÇÃO DAS CONSTATAÇÕES OBTIDAS NOS INQUÉRITOS E NAS MEDIÇÕES ACÚSTICAS REALIZADAS EM CADA UM DAS PN ANALISADAS	125
6.2.1	FRANCELOS	125
6.2.2	MIRAMAR	125
6.2.3	AGUDA	125
6.2.4	GRANJA	126
6.2.5	ESPINHO	126
6.2.6	SILVALDE	126
6.2.7	PEDRAS RUBRAS	126
6.2.8	VILAR DO PINHEIRO	127
6.2.9	MODIVAS SUL	127
6.2.10	MINDELO	127
6.3	RECOMENDAÇÕES	127
7	CONCLUSÕES	129
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	131
	Anexos	135
	ANEXO I - ESTRUTURA DO INQUÉRITO PORTA-A-PORTA	137
	ANEXO II - NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA POR BANDAS DE $\frac{1}{3}$ DE OITAVA DAS CAMPAINHAS MEDIDAS EM CAMPO	147

Índice de Figuras

Figura 1 – Evolução dos comboios ao longo dos anos, segundo o tipo de combustível (2)	1
Figura 2 – Mapa da Rede ferroviária nacional, 2018 (<i>verde</i> – ecopistas; <i>amarelo</i> – linhas sem exploração; <i>branco</i> – linhas com exploração) (3)	2
Figura 3 – Número de adultos incomodados e perturbados durante o sono pelo ruído rodoviário, ferroviário, das aeronaves e das indústrias (6)	3
Figura 4 – Número de mortes e admissões hospitalares num ano devido a ruído rodoviário, ferroviário, das aeronaves e das indústrias (6)	4
Figura 5 – Exposição média diária (L_{den}) ao ruído ferroviário na Europa (à esquerda) e durante a noite (L_n) (à direita) no ano de 2012. Adaptado de (7).	4
Figura 6 - Número de pessoas na UE expostas a níveis de ruído L_{den} superiores a 55 dB no ano de 2012. Adaptado de (8)	5
Figura 7 - Número de pessoas expostas em Portugal a diferentes bandas de ruído para os indicadores de ruído L_{den} e L_n no ano de 2012. Adaptado de (6)	6
Figura 8 – Metodologia geral da dissertação	8
Figura 9 – Som e Ruído (20)	12
Figura 10 – Variação em frequência da gama auditiva (19)	12
Figura 11 – Conversão de pressões sonoras em níveis de pressão sonora (21)	13
Figura 12 – Valores de coeficiente de direccionalidade de uma fonte omnidireccional consoante a sua localização numa sala (19)	13
Figura 13 – Representação espectral/espectrograma da campanha da PN de Francelos	14
Figura 14 – Exemplo de espectro sonoro de um ruído em bandas de 1/1 oitava e de 1/3 de oitava (19)	14
Figura 15 – Curva de ponderação/Filtro A (21)	15
Figura 16 – Barreira completa (22)	16
Figura 17 – Meia Barreira (23)	16
Figura 18 - Campanhas Type Exterieur SCE - 50 - 200 AP, Siemens e Friedland Series 5 - Modelo 56024 (18)	19
Figura 19 - Campanhas “Werma” e “Western-cullen-hayes 777-CFR ”(WCH) (30)	19
Figura 20 – Sinalização usada nas passagens de nível (31) (32)	20
Figura 21 - Localização de onde foram feitos os inquéritos e da passagem de nível de Francelos	38
Figura 22 - Interferência do ruído nos problemas de saúde e período de exposição à envolvente da PN de Francelos	39
Figura 23 – Avaliação da correlação entre a posição relativa das divisões dos edifícios em relação à via férrea de Francelos e a incomodidade sentida em cada uma delas	40
Figura 24 - Determinação de quais os ruídos que induziam maior incomodidade junto à PN de Francelos	41
Figura 25 – Avaliação da incomodidade causada pelo ruído (em geral) e pelo ruído das campanhas na PN de Francelos	43
Figura 26 – Localização de onde foram feitos os inquéritos e da passagem de nível de Miramar	44
Figura 27 - Interferência do ruído nos problemas de saúde e período de exposição à envolvente da PN de Miramar	45
Figura 28 – Avaliação da correlação entre a posição relativa das divisões dos edifícios em relação à via férrea de Miramar e a incomodidade sentida em cada uma delas	46
Figura 29 - Determinação de quais os ruídos que induziam maior incomodidade na PN de Miramar	47
Figura 30 - Avaliação da incomodidade causada pelas campanhas na PN de Miramar	48

Figura 31 - Localização de onde foram feitos os inquéritos e da passagem de nível de Aguda.....	49
Figura 32 - Interferência do ruído nos problemas de saúde e período de exposição à envolvente da PN da Aguda	50
Figura 33 – Avaliação da correlação entre a posição relativa das divisões dos edifícios em relação à via férrea da Aguda e a incomodidade sentida em cada uma delas.....	51
Figura 34 - Determinação de quais os ruídos que induziam maior incomodidade na PN da Aguda.....	52
Figura 35 - Avaliação da incomodidade causada pelas campainhas na PN da Aguda	54
Figura 36 - Localização de onde foram feitos os inquéritos e da passagem de nível de Granja	55
Figura 37 - Interferência do ruído nos problemas de saúde e período de exposição à envolvente da PN da Granja	56
Figura 38 - Avaliação da correlação entre a posição relativa das divisões dos edifícios em relação à via férrea da Granja e a incomodidade sentida em cada uma delas	57
Figura 39 - Determinação de quais os ruídos que induziam maior incomodidade na PN da Granja	58
Figura 40 - Avaliação da incomodidade causada pelas campainhas na PN da Granja	59
Figura 41 - Localização de onde foram feitos os inquéritos e da passagem de nível de Espinho	60
Figura 42 - Interferência do ruído nos problemas de saúde e período de exposição às condições da envolvente da PN de Espinho.....	61
Figura 43 - Avaliação da correlação entre a posição relativa das divisões dos edifícios em relação à via férrea de Espinho e a incomodidade sentida em cada uma delas	62
Figura 44 - Determinação de quais os ruídos que induziam maior incomodidade na PN de Espinho	63
Figura 45 - Avaliação da incomodidade causada pelas campainhas na PN de Espinho	64
Figura 46 - Localização de onde foram feitos os inquéritos e da passagem de nível de Silvalde	65
Figura 47 - Interferência do ruído nos problemas de saúde e período de exposição às condições da envolvente da PN de Silvalde	66
Figura 48 - Avaliação da correlação entre a posição relativa das divisões dos edifícios em relação à via férrea de Silvalde e a incomodidade sentida em cada uma delas	67
Figura 49 - Determinação de quais os ruídos que induziam maior incomodidade na PN de Silvalde	68
Figura 50 - Avaliação da incomodidade causada pelo ruído (em geral) e pelo ruído das campainhas na PN de Silvalde	70
Figura 51 - Localização de onde foram feitos os inquéritos e da passagem de nível de Pedras Rubras	71
Figura 52 - Interferência do ruído nos problemas de saúde e período de exposição às condições da envolvente da à PN de Pedras Rubras	72
Figura 53 - Avaliação da correlação entre a posição relativa das divisões dos edifícios em relação à via férrea de Pedras Rubras e a incomodidade sentida em cada uma delas	73
Figura 54 - Determinação de quais os ruídos que induziam maior incomodidade na PN de Pedras Rubras	74
Figura 55 - Avaliação da incomodidade causada pelas campainhas na PN de Pedras Rubras	75
Figura 56 - Localização de onde foram feitos os inquéritos e da passagem de nível de Vilar do Pinheiro	76
Figura 57 - Avaliação da correlação entre a posição relativa das divisões dos edifícios em relação à via férrea de Vilar do Pinheiro e a incomodidade sentida em cada uma delas.....	77
Figura 58 - Determinação de quais os ruídos que induziam maior incomodidade na PN de Vilar do Pinheiro	78
Figura 59 - Avaliação da incomodidade causada pelo ruído (em geral) e pelo ruído das campainhas na PN de Vilar do Pinheiro.....	79
Figura 60 - Localização de onde foram feitos os inquéritos e da passagem de nível de Modivas Sul.....	80
Figura 61 - Avaliação da correlação entre a posição relativa das divisões dos edifícios em relação à via férrea de Modivas Sul e a incomodidade sentida em cada uma delas	81
Figura 62 - Determinação de quais os ruídos que induziam maior incomodidade na PN de Modivas Sul	82

Figura 63 - Avaliação da incomodidade causada pelas campanhas na PN de Modivas Sul	83
Figura 64 - Localização de onde foram feitos os inquéritos e da passagem de nível do Mindelo	84
Figura 65 - Interferência do ruído nos problemas de saúde da amostra dos inquéritos <i>online</i>	87
Figura 66 - Período de exposição dos indivíduos que vivem na envolvente de uma PN da amostra dos inquéritos <i>online</i>	88
Figura 67 – Caracterização dos edifícios onde moram/trabalham os inquiridos da amostra do inquérito <i>online</i> ...	89
Figura 68 – Avaliação da correlação entre a posição relativa das divisões dos edifícios da amostra dos inquiridos pelo inquérito <i>online</i> em relação à via férrea mais próxima e a incomodidade sentida em cada uma delas	90
Figura 69 – Determinação de quais os ruídos que induziam maior incomodidade na PN mais próxima dos inquiridos pelo inquérito <i>online</i>	91
Figura 70 – Avaliação da incomodidade causada pelo ruído (em geral) e pelo ruído das campanhas das PN mais próximas dos inquiridos pelo inquérito <i>online</i>	93
Figura 71 - Opinião das pessoas no que toca à responsabilidade dos Municípios relativamente à autorização de construção de novas habitações em locais que já são ruidosos (1 – <i>Nenhuma responsabilidade</i> ; 5 – <i>Toda a responsabilidade</i> ; 0 a 60 – nº de pessoas que selecionaram a opção)	95
Figura 72 - Opinião das pessoas no que toca à responsabilidade dos Municípios e outras entidades ou indivíduos no que relativamente a proteger as pessoas do ruído	96
Figura 73 - Caracterização da PN de Francelos	99
Figura 74 - Caracterização da PN de Miramar.....	100
Figura 75 - Caracterização da PN da Aguda	101
Figura 76 - Caracterização da PN da Granja	102
Figura 77 - Caracterização da PN de Espinho.....	103
Figura 78 - Caracterização da PN de Silvalde	104
Figura 79 - Caracterização da PN de Mosteirô	105
Figura 80 - Caracterização da PN de Pedras Rubras.....	106
Figura 81 - Caracterização da PN de Vilar do Pinheiro	107
Figura 82 - Caracterização da PN de Modivas Sul	108
Figura 83 - Caracterização da PN do Mindelo	109
Figura 84 - Caracterização da PN de Árvore	110
Figura 85 - Medições acústicas: representação do espectro (L_{Aeq}), em bandas de 1/3 de oitava, das campanhas consideradas na Linha do Norte e na do Metro do Porto (<i>vermelho</i> – ponto mais próximo e <i>azul</i> – ponto mais afastado)	111
Figura 86 – Resultados das estimativas realizadas para análise de possíveis interferências do ruído de fundo nos domínios de frequência de interesse, por banda de terço de oitava, nas PN da Linha do Norte monitorizadas	116
Figura 87 - Resultados das estimativas realizadas para análise de possíveis interferências do ruído de fundo nos domínios de frequência de interesse, por banda de terço de oitava, nas PN da Linha do Metro do Porto monitorizadas.....	117
Figura 88 – Comparação entre as medições acústicas da campanha Siemens: laboratório vs 'campo' da PN de Francelos	119
Figura 89 – Comparação entre as medições acústicas da campanha Type Exterieur SCE-50-200 AP: laboratório vs 'campo' da PN de Miramar	120
Figura 90 - Comparação entre as medições acústicas da campanha WCH: laboratório vs 'campo' da PN da Aguda	120
Figura 91 - Comparação entre as medições acústicas da campanha Type Exterieur SCE-50-200 AP: laboratório vs 'campo' da PN da Granja	121

Figura 92 - Comparação entre as medições acústicas da campainha Type Exterieur SCE-50-200 AP: laboratório vs 'campo' da PN de Espinho	121
Figura 93 - Comparação entre as medições acústicas da campainha WCH: laboratório vs 'campo' da PN de Silvalde	122
Figura 94 - Comparação entre as medições acústicas da campainha Type Exterieur SCE-50-200 AP: laboratório vs 'campo' da PN de Pedras Rubras	123
Figura 95 - Comparação entre as medições acústicas da campainha WERMA: laboratório vs 'campo' da PN de Vilar do Pinheiro.....	123
Figura 96 - Comparação entre as medições acústicas da campainha WERMA: laboratório vs 'campo' da PN de Modivas Sul	124
Figura 97 - Comparação entre as medições acústicas da campainha WERMA: laboratório vs 'campo' da PN do Mindelo	124

Índice de Quadros

Quadro 1 – Características de cada um dos tipos de PN (13) (14) (22) (23) (33) (34)	21
Quadro 2 – Repartição territorial das respostas aos inquéritos porta-a-porta.....	37
Quadro 3 - Condições meteorológicas das medições acústicas realizadas	98
Quadro 4 - Níveis de potência sonora por bandas de $\frac{1}{3}$ de oitava das campainhas ensaiadas (18) e (30).	112
Quadro 5 - Níveis de potência sonora das campainhas ensaiadas, por bandas de $\frac{1}{3}$ de oitava das campainhas ensaiadas (18) e (30).	113
Quadro 6 – Coeficiente de atenuação atmosférica para cada banda de terço de oitava (dB/km)	115

1

INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento

A rede ferroviária nacional surgiu como complemento da rede rodoviária nacional como forma de minimizar as dificuldades de comunicação e locomoção da população e mercadorias em tempos remotos. Constituiu-se como uma alternativa aos meios de transporte marítimo e fluvial.

Foi em 1856 que, aquando da chegada do comboio Real ao Carregado a partir de Lisboa, se inaugurou solenemente a Linha de caminho de Ferro de Leste e se iniciou a primeira viagem de comboio em Portugal (1).

Ao longo dos anos assistiu-se ao desenvolvimento da rede ferroviária e à modernização do material circulante (locomotiva, carruagens e vagões), que tem vindo a acompanhar as necessidades de deslocação para grandes distâncias e as, cada vez maiores, exigências ambientais. É um meio de transporte que se considera mais seguro e amigo do ambiente, atendendo à evolução tecnológica entretanto ocorrida.

Se, inicialmente, o comboio se movia com combustíveis naturais (lenha), depois passou por uma fase em que o combustível era a hulha (carvão), posteriormente para gasóleo e, atualmente, a eletricidade (Figura 1).



Locomotiva a vapor



Locomotiva a diesel



Comboio elétrico

Figura 1 – Evolução dos comboios ao longo dos anos, segundo o tipo de combustível (2)

À melhoria ambiental decorrente da alteração do combustível também se sucederam inovações tecnológicas ao nível da infraestrutura (linha) e do material circulante (comboios) que têm vindo a minimizar a propagação de ruído e a vibração na envolvente, se bem que o aumento da velocidade de circulação tenha, nalguns casos, reduzido esse efeito positivo.

Também se assiste, ao longo dos anos, a um desenvolvimento territorial muito assente na proximidade às vias férreas (à semelhança do que ocorreu em relação às vias rodoviárias), em particular na envolvente das estações e apeadeiros, conforme se pode ver na Figura 2, onde se demonstra a localização da rede ferroviária nacional e dos centros populacionais mais representativos em Portugal.



Figura 2 – Mapa da Rede ferroviária nacional, 2018 (*verde* – ecopistas; *amarelo* – linhas sem exploração; *branco* – linhas com exploração) (3)

Tal proximidade, se bem que desejada por muitos elementos da população, também trouxe consequências nefastas, tanto em termos de saúde como de convivência com este meio de transporte.

Foi necessária a criação de travessias de linha, na maior parte das situações, travessias rodoviárias e/ou pedonais, que já advêm de tempos muito remotos, que criaram muitas condições de insegurança, principalmente no caso de passagens à mesma cota: as passagens de nível. Apesar de entre 1999 e 2017, em Portugal, ter-se verificado uma redução de 77% dos acidentes nestes pontos críticos, no último ano ainda se verificaram 17 acidentes e 6 mortes, apesar do constante incremento de medidas de segurança nestes locais (4).

Outro dos problemas identificados está associado ao ruído emitido, não só pelos comboios como pelos mecanismos de segurança implementados como forma de reduzir o número de acidentes. De facto, o ruído ferroviário foi identificado na Diretiva de Ruído Ambiente (DRA, versão portuguesa da END - *Environmental Noise Directive*), como um dos ruídos ambientais indesejados e prejudiciais causados pela atividade humana, que provoca efeitos nocivos na saúde humana, tornando-se prioritária a redução e a prevenção desses efeitos (5).

Como se pode comprovar pela Figura 3 e Figura 4, os efeitos nocivos causados pelo ruído tanto podem consistir num incómodo/distúrbio do sono como podem, nos casos mais extremos, levar à morte.

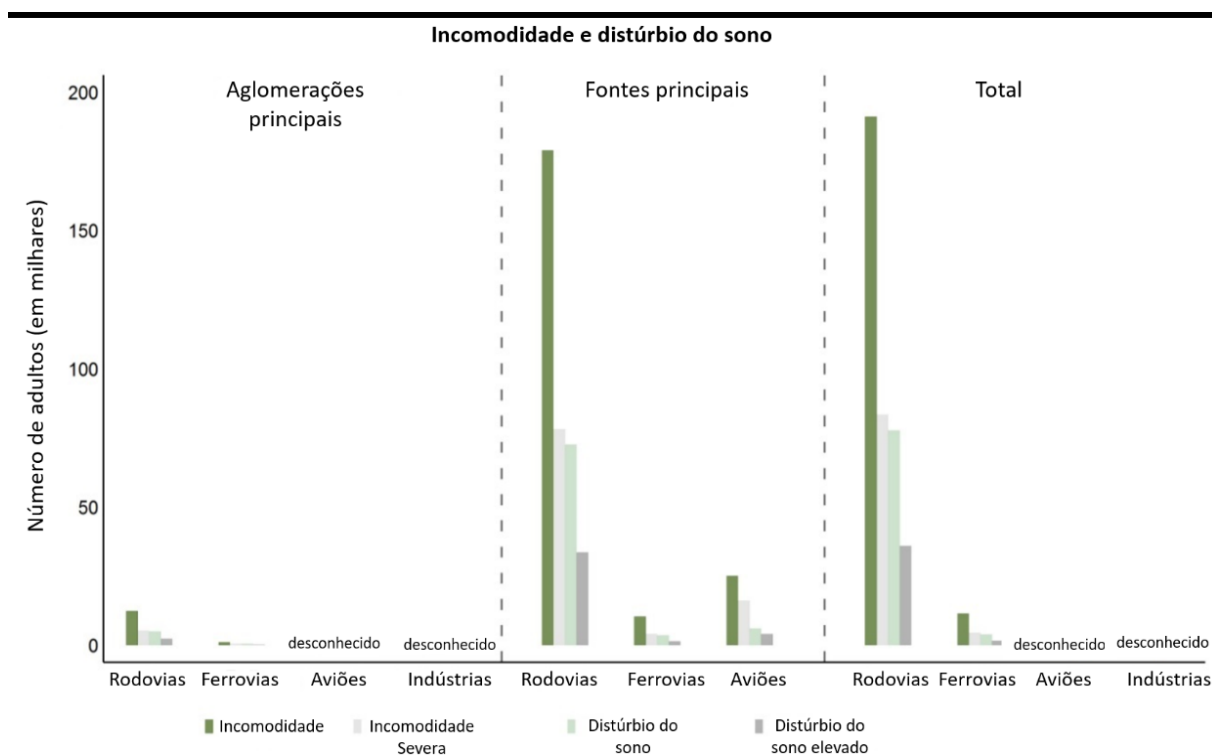


Figura 3 – Número de adultos incomodados e perturbados durante o sono pelo ruído rodoviário, ferroviário, das aeronaves e das indústrias (6)

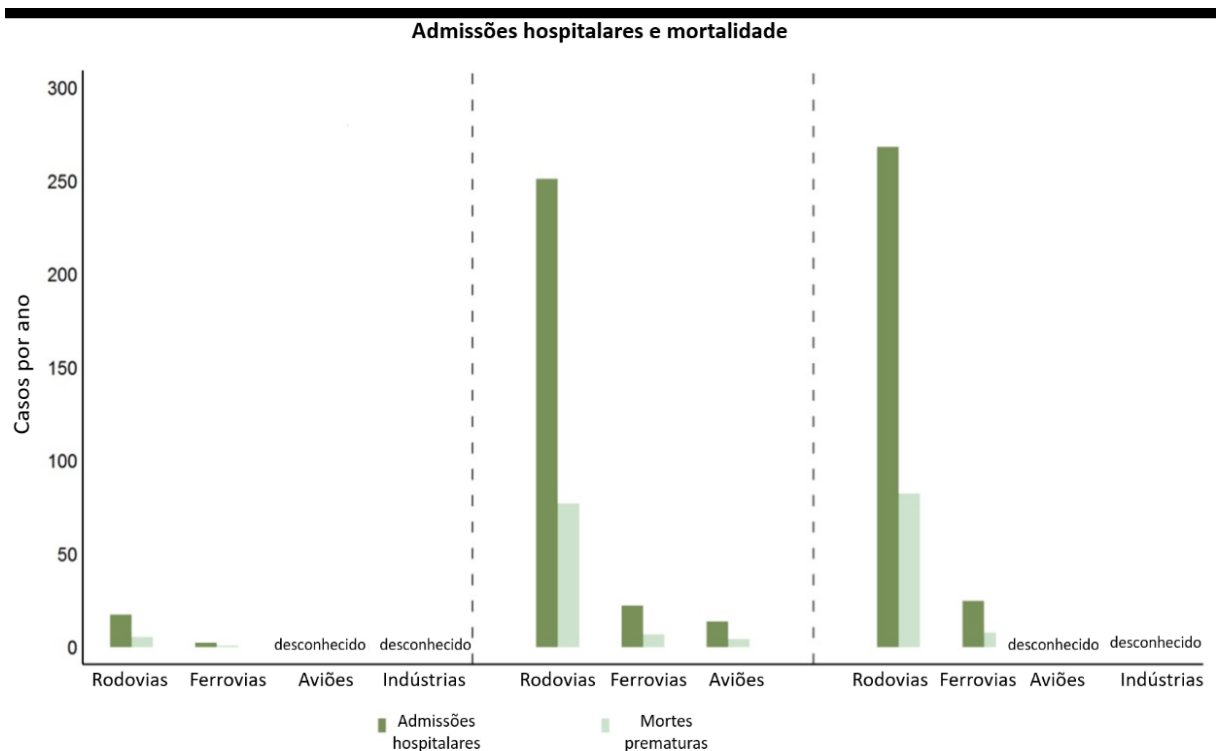
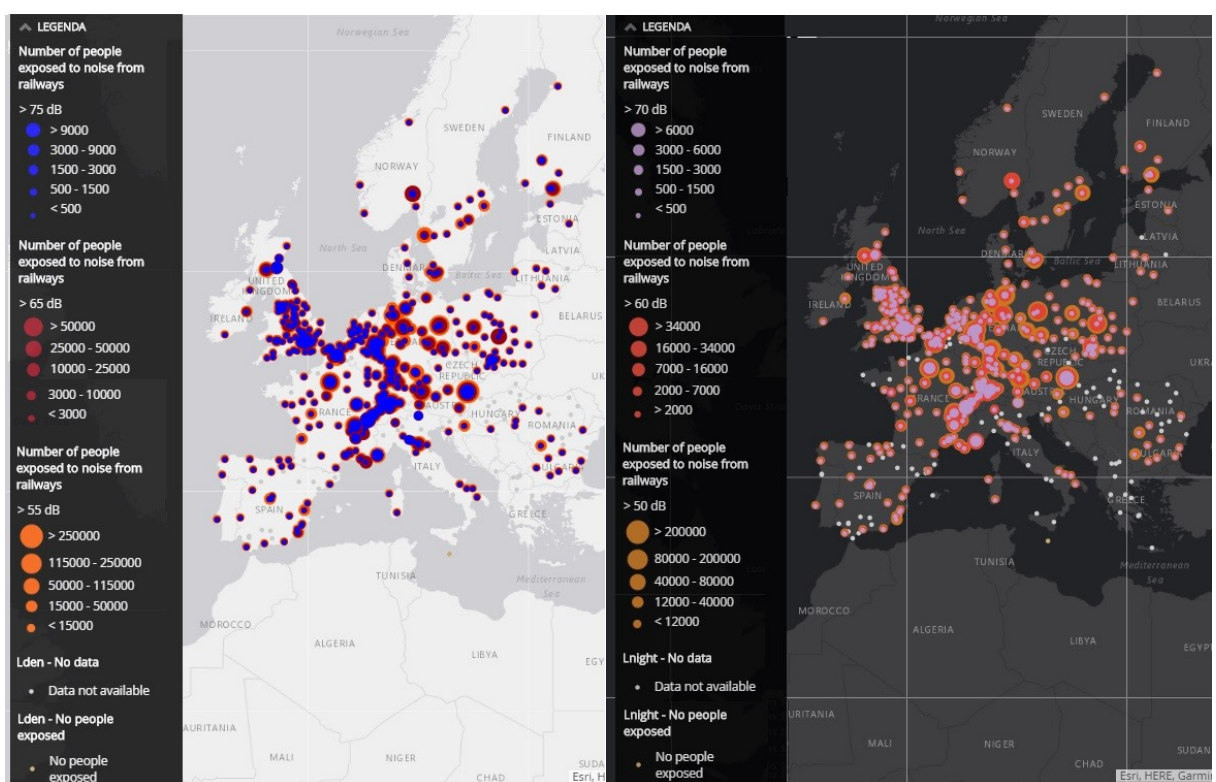


Figura 4 – Número de mortes e admissões hospitalares num ano devido a ruído rodoviário, ferroviário, das aeronaves e das indústrias (6)



Segundo os mesmos autores e como se pode constatar na Figura 5, na Europa e à semelhança do que acontece em Portugal, o ruído ferroviário constitui a segunda maior fonte de ruído ambiental (em 2012, cerca de 7 milhões de pessoas estavam expostas a níveis L_{den} superiores a 55 dB) e apresenta uma distribuição geográfica muito associada à proximidade a grandes aglomerações (5).

Verifica-se que tanto durante o dia (24h) como durante o período noturno, o número de pessoas expostas a níveis de ruído ferroviário superiores a 60 e 70 dB, respetivamente, é bastante elevado e que existe um maior número de pessoas expostas a elevados níveis de ruído ferroviário no centro da Europa, onde se concentra grande parte da rede ferroviária europeia com maior volume de viagens.

A partir da Figura 6 podemos confirmar a ideia de que o ruído ferroviário é a segunda maior fonte de ruído ambiental na Europa, tanto em áreas urbanas como em áreas não urbanas.

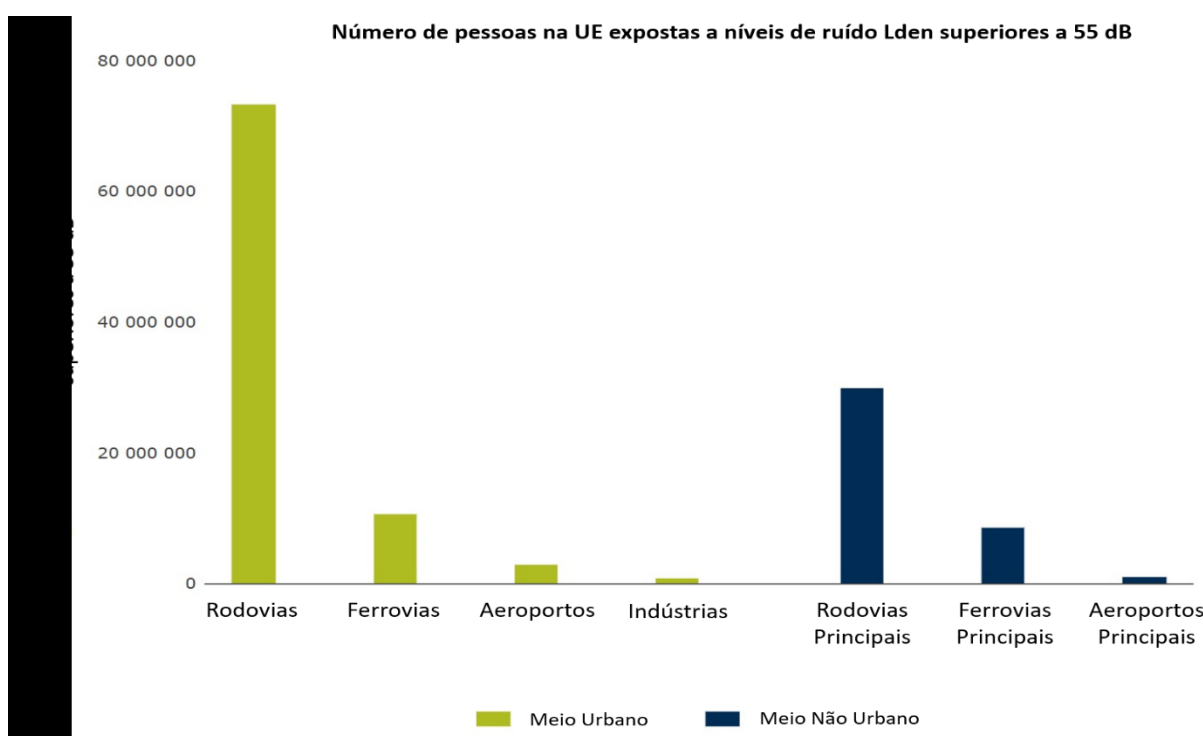


Figura 6 - Número de pessoas na UE expostas a níveis de ruído L_{den} superiores a 55 dB no ano de 2012.
Adaptado de (8)

Em Portugal, como se pode verificar na Figura 7, a situação é semelhante, já que o ruído ferroviário continua a mostrar-se como a segunda fonte mais preponderante. Para além disso, constata-se também que, ao nível das aglomerações, o nível de ruído proveniente do tráfego ferroviário é idêntico durante todo o dia enquanto que quando se considera a exposição às Grandes Infraestruturas de Transporte (GIT) ferroviárias se observa que o nível de ruído ponderado durante as 24 h de um dia é superior ao existente durante o período noturno.

Uma das fontes de ruído associada ao tráfego ferroviário é o proveniente das passagens de nível, nomeadamente o emitido pelas campainhas de sinalização nas passagens de nível.

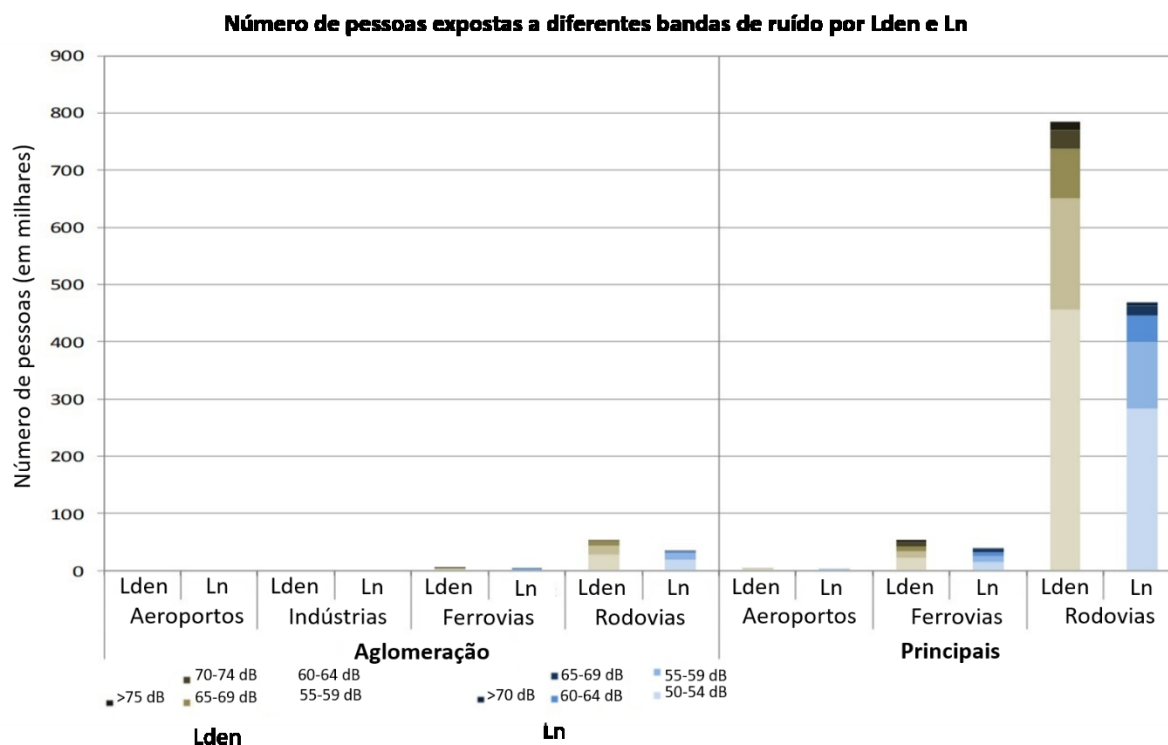


Figura 7 - Número de pessoas expostas em Portugal a diferentes bandas de ruído para os indicadores de ruído L_{den} e L_n no ano de 2012. Adaptado de (6)

No entanto, o investimento que a empresa Infraestruturas de Portugal (IP), em articulação com as autarquias, tem feito no que diz respeito à redução súbita ocorrida nos últimos anos do número de acidentes ocorridos nas passagens de nível, através da supressão e reclassificação das passagens de nível existentes em Portugal, tem permitido a diminuição do número de pontos críticos em segurança e, por sua vez, o potencial de incomodidade associado às campanhas que existiam nesses pontos. Para além disso, todos estes esforços têm sido complementados por ações de sensibilização, permitindo, assim, que a população se torne mais esclarecida e informada sobre os riscos que corre e as precauções a ter nestes cruzamentos entre a via férrea e a rodovia (9).

Tem-se vindo a verificar que um dos motivos para a ocorrência de acidentes nestes pontos é o alerta biológico das pessoas que vivem nas proximidades das passagens de nível e as que as utilizam frequentemente. O conhecimento dos horários dos comboios e da forma como a passagem em questão funciona faz com que os indivíduos, por já os terem em si gravado nos seus despertadores internos, instintivamente nesses períodos se comportem de forma mais cautelosa relativamente aos restantes períodos. Isto leva a que nos períodos onde habitualmente não existem comboios a passar na passagem de nível, o despertador biológico das pessoas não atue e os indivíduos não tenham em atenção a segurança necessária ficando em risco perante o surgimento de um veículo Intercidades, Alfa-pendular ou mesmo um comboio que venha atrasado (10).

Outra causa de acidentes é o facto de não existirem guardas de segurança em todas as PN, permitindo, assim, que condutores e peões mesmo estando a ver o comboio, por considerarem que ainda está longe, arrisquem e atravessam a passagem (10).

Posto isto, considerou-se necessária a implementação de planos e medidas que regulassem os caminhos de ferro, nomeadamente a criação de um Regulamento para a Exploração e Polícia dos Caminhos de Ferro, a 21 de agosto de 1954, onde já é feita referência aos acidentes em passagens de nível nos artigos 75.º a 77.º, e posteriormente o Regulamento de Passagens de Nível, aprovado no Decreto Lei nº 156/81 de 9 de junho (11) (12) (13).

Este último diploma já sofreu, entretanto, três alterações por meio do Decreto-Lei n.º 568/99, que procede à revisão do Regulamento de Passagens de Nível e obriga a elaboração de planos plurianuais de supressão de passagens de nível, do Decreto-Lei n.º 24/2005, que designa a entidade que passa a proceder à instrução e aplicação de coimas (Instituto Nacional do Transporte Ferroviário (INTF)), e do Decreto-Lei n.º 77/2008, que estabelece que a instrução dos processos por contraordenações compete ao Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres, I. P. (IMTT) e a aplicação de coimas ao seu conselho diretivo, que altera as coimas aplicadas, que prorroga o período no qual devem ser reclassificadas as PN existentes e a data a partir do qual tal deve produzir efeitos (14) (15) (16). Atualmente, as atribuições do INFT e do IMTT são da responsabilidade do IMT (Instituto da Mobilidade dos Transportes, I.P.).

Realça-se o facto de nenhum destes decretos-lei, estabelecer limites de emissão sonora para a sinalização das PN portuguesas.

Para além da implementação de planos e medidas para aumentar a segurança dos atravessamentos de nível, também se tem investido na consciencialização das pessoas, nomeadamente com a conhecida campanha “PARE ESCUTE e OLHE” e na criação do Dia Europeu para a Segurança em Passagens de Nível que são exemplos disso mesmo (12) (17).

Tal como indicado na própria legislação, um dos tipos de sinalização a utilizar em PN são os sinais sonoros, sinais estes que representam obrigatoriedade de parar (14). Para a emissão destes sinais sonoros recorreu-se à instalação de Campainhas de Passagem de Nível.

No entanto, apesar destes dispositivos serem necessários para o estabelecimento de condições de segurança, devido aos elevados níveis de pressão sonora que produzem e às suas características em termos de composição espectral, têm originado queixas devido à incomodidade que causam nas pessoas. Como tentativa de resolução deste problema tem-se investido na instalação de novos avisadores de perigo que, em termos gerais, têm provocado menor incomodidade nas pessoas, apesar de conseguirem o mesmo resultado no que toca à segurança das pessoas (18).

Apesar dos resultados mencionados, verificaram-se algumas exceções, ou seja, pessoas que mesmo após a substituição por uma campainha menos ruidosa se continuam a sentir incomodadas. Com o objetivo de perceber estes fenómenos e a incomodidade causada por estes dispositivos desenvolveu-se esta dissertação, onde através de inquéritos sócioacústicos e medições de ruído ambiente em zonas envolventes de passagens de nível se pretende chegar a uma análise objetiva e subjetiva.

1.2 Objetivos

Esta dissertação foi desenvolvida com o objetivo de perceber a problemática existente em torno das campainhas de passagem de nível, enquanto dispositivos que estabelecem a segurança das pessoas que atravessam estes pontos críticos, mas que, ao mesmo tempo, causam incomodidade na sua envolvente pelo facto de aumentarem o nível de ruído a que as pessoas ficam expostas.

Tendo isto em conta, pretende-se também compreender e esclarecer o seguinte:

- a principal função e características das campainhas;
- os tipos de campainha existentes e mais usados;
- de que forma é que o ruído emitido por este dispositivo incomoda as pessoas;
- do que é que as pessoas se queixam e se este problema é um problema localizado a nível nacional ou se se verifica internacionalmente;
- como pode ser avaliada essa incomodidade e se o grau de incomodidade se altera consoante o tipo de campainha instalada;
- se existe legislação e normalização que permitam o controlo deste problema, e;
- se existe alguma maneira de fazer diminuir a incomodidade causada por estes dispositivos sem que para isso se comprometa a segurança.

1.3 Metodologia Geral da Dissertação

Na Figura 8 é apresentada, de forma resumida e esquemática, a metodologia geral da dissertação.

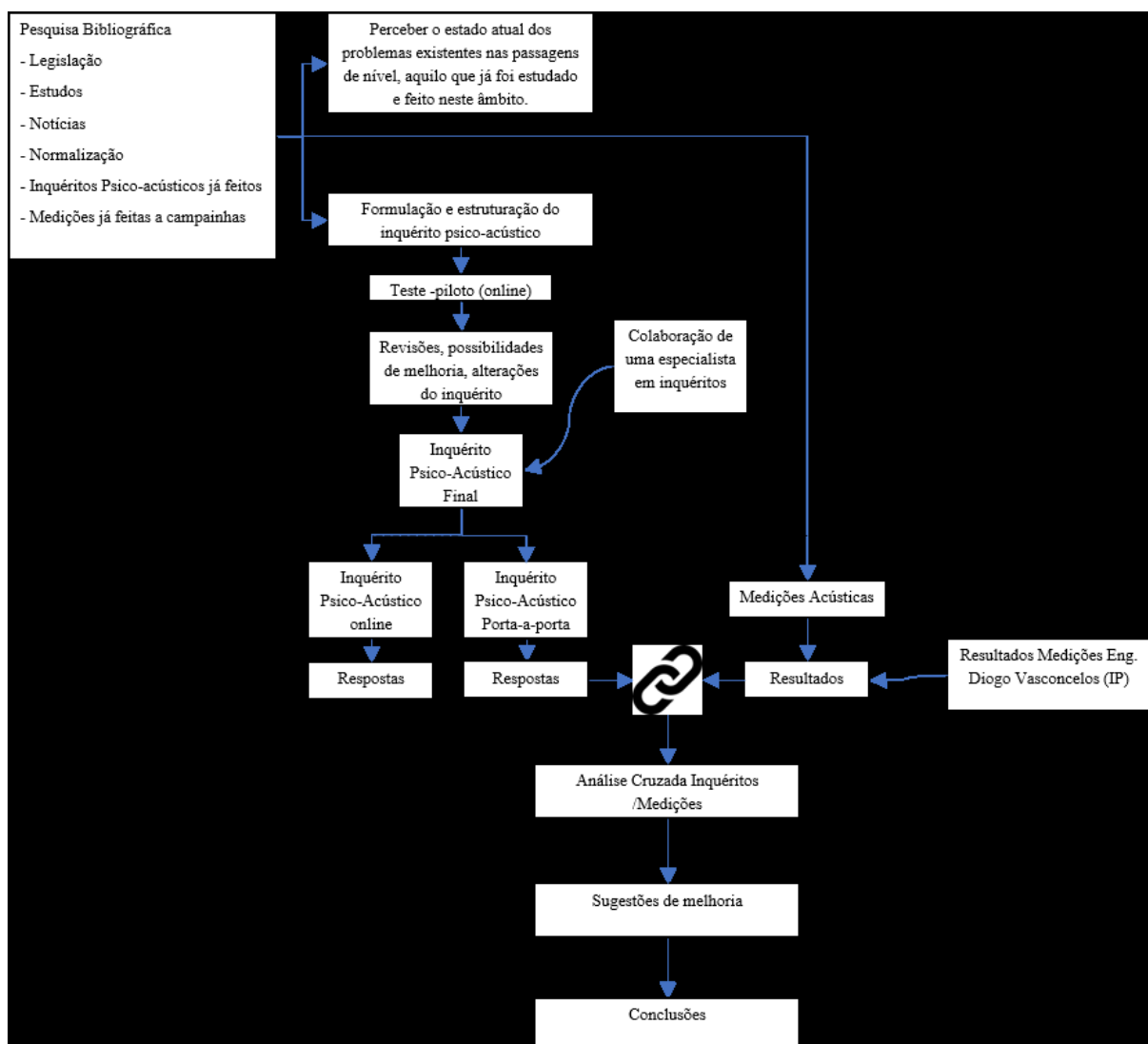


Figura 8 – Metodologia geral da dissertação

Para a concretização dos objetivos desta dissertação, começou por se fazer uma pesquisa bibliográfica de estudos, legislação, notícias, artigos científicos e outras informações associados, de forma a se conseguir perceber o estado atual do problema em estudo e os tipos de campanhas de passagem de nível existentes, e, ainda, uma procura de inquéritos psico-acústicos já realizados que permitisse perceber a sua estrutura, o tipo de perguntas, as normas a ter em conta e a informação obtida em cada um deles. Depois, com base na informação recolhida e consultada passou-se à formulação e estruturação do inquérito porta-a-porta e *online*. Durante este processo pediu-se a colaboração de uma especialista em inquéritos (não especialista em acústica) para avaliar o inquérito. Na sequência da sua intervenção foram realizados ajustes a algumas das perguntas, tanto em termos de formulação como de enquadramento das respostas com os objetivos pretendidos em cada uma dessas perguntas.

Posteriormente, com o objetivo de verificar se o inquérito era perceptível para todos, submeteu-se o inquérito a um teste-piloto, através da partilha do inquérito com pessoas conhecidas, e, consoante o retorno obtido, fizeram-se novamente alguns ajustes. Feitas essas alterações procedeu-se ao lançamento do inquérito *online*, via email e redes sociais, e perante as respostas obtidas na fase inicial ainda se fizeram mais algumas melhorias que o tornaram mais coerente e perceptível.

Depois escolheram-se as linhas ferroviárias onde se iam fazer as medições acústicas (linhas do Norte, do Ramal da Colpor e do Metro do Porto), fez-se o planeamento dessas medições e procedeu-se à sua implementação recolhendo-se, em simultâneo, as medições das condições meteorológicas.

Feitas as medições, seguiram-se os inquéritos porta-a-porta na envolvente de cada uma das campanhas de passagem de nível monitorizadas.

Reunidos todos os resultados, procedeu-se à sua análise e discussão, debateram-se algumas recomendações e tentaram-se sugerir algumas formas de minimizar o problema.

1.4 Estrutura da Dissertação

A presente dissertação encontra-se subdividida em sete capítulos, os quais se apresentam de seguida através de uma pequena descrição que pretende a clarificação e a contextualização de cada um deles.

O primeiro capítulo é a “Introdução” e tal como o nome o indica é um capítulo introdutório, ou seja, onde se expõe a importância e a razão pela qual se torna pertinente fazer um estudo sobre esta temática, se apresentam os objetivos e os métodos e procedimentos utilizados para os atingir.

O capítulo que se segue é o “Estado de Arte” pelo que engloba a pesquisa bibliográfica feita para a realização deste trabalho. Tem como principal objetivo a compreensão do estado atual do problema, daquilo que já foi feito para a sua resolução e as principais conclusões a que se chegaram.

No terceiro capítulo, “Inquéritos”, é apresentado o processo através do qual foram elaborados os inquéritos, a bibliografia que serviu de base para a sua formulação e a estrutura dos mesmos.

O quarto capítulo chama-se “Respostas aos inquéritos” e é aquele onde são compiladas as respostas obtidas nos inquéritos porta-a-porta e *online* realizados e apresentadas as conclusões tiradas a partir delas. Para além disso, também é neste capítulo que se discutem as principais diferenças e semelhanças entre as respostas obtidas nos dois inquéritos e que se faz uma análise conjunta das perguntas, de ambos os inquéritos, no que diz respeito à opinião das pessoas a cerca da responsabilidade de proteção das pessoas do ruído por parte dos municípios e outras entidades.

Depois no quinto capítulo, “Caracterização sonora das campanhas de passagem de nível” desenvolveu-se o processo de seleção das campanhas de passagem de nível onde se iam fazer as medições de campo, como foram calendarizadas, a forma como as próprias medições foram executadas, foram apresentadas as características de cada uma das PN visitadas, os resultados obtidos, expôs-se a caracterização acústica das medições feitas em laboratório cedidas pela IP, procedeu-se à identificação dos tipos de campanha existentes em cada PN e, finalmente, fez-se a comparação entre os resultados obtidos nos locais e em laboratório.

No penúltimo capítulo, o sexto, “Análise cruzada inquéritos/medições”, procede-se à comparação dos resultados obtidos nos inquéritos e nas medições acústicas, para cada uma das PN tratadas nesta dissertação, e tentam-se tirar algumas ilações, assim como, se sugerem algumas possibilidades de melhoria das situações mais críticas.

Finalmente, no capítulo 7, “Conclusões e Futuro”, são apresentadas as principais conclusões tiradas a partir de todo o trabalho realizado e discutem-se e justificam-se alguns dos procedimentos e métodos escolhidos para a obtenção e análise de alguns dos resultados obtidos no decorrer desta dissertação.

2 ESTADO DA ARTE

2.1 Introdução

No presente capítulo procura-se enquadrar o tema desta dissertação em diversas vertentes. Em primeiro lugar são salientados os termos e conceitos que se consideram essenciais para sua a boa compreensão nas vertentes da Acústica e da Ferrovia. Segue-se uma breve introdução ao tópico do ruído ferroviário na sua conexão com a população e o território existentes na proximidade mais imediata. Posteriormente, salienta-se a evolução e a participação de um dispositivo de segurança particular das vias ferroviárias: as campainhas de aviso, no acréscimo do nível sonoro de ruído ambiente. E, por último, são analisados estudos realizados por diversos autores, direta ou indiretamente, relacionados com esta temática.

2.2 Termos e conceitos

Associada às temáticas desta dissertação existem alguns termos e conceitos importantes a reter e a esclarecer. Nos pontos seguintes serão apresentados os mais relevantes em cada um desses domínios: Acústica e Ferrovia.

2.2.1 ACÚSTICA

Acústica – ramo da Física responsável pela análise e estudo das ondas sonoras (19).

Som – sensação agradável ou com significado provocada no cérebro aquando da captação, por parte do sistema auditivo, de alterações de pressão num meio elástico, resultando em ondas de compressão, dilatação ou rarefação (19).

Ruído – sensação desagradável ou sem significado provocada no cérebro aquando da captação, por parte do sistema auditivo, de alterações de pressão num meio elástico, resultando em ondas de compressão, dilatação ou rarefação (19).

Na Figura 9 ilustra-se esta diferenciação entre som e ruído.



Figura 9 – Som e Ruído (20)

Incomodidade – desconforto causado pelo ruído.

Gama de audibilidade – conjunto de sons que o humano consegue detetar. Como se pode verificar através da Figura 10, está limitada inferiormente pelo limiar da audição (valor mínimo a partir do qual os sons passam a ser audíveis) e superiormente pelo limiar da dor (valor a partir do qual um determinado som provoca uma sensação de dor) (19).

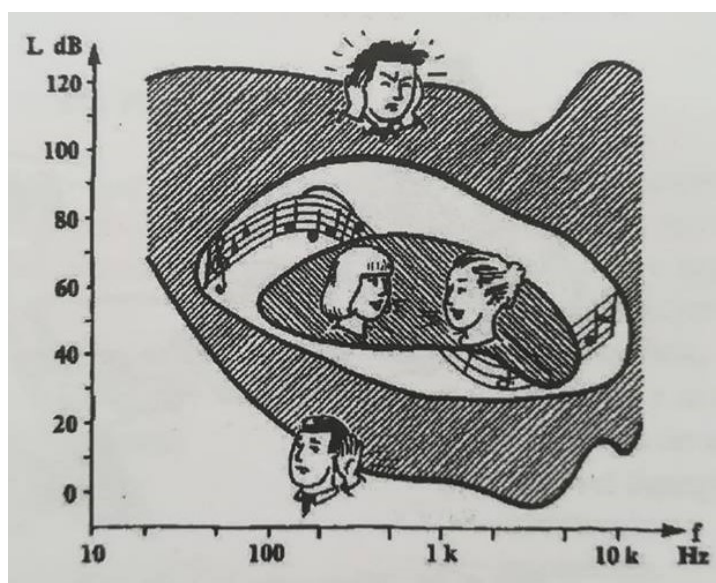


Figura 10 – Variação em frequência da gama auditiva (19)

Nível de pressão sonora (L_p) – consiste na conversão de pressões provenientes da emissão de um som/ruído em decibéis. A conversão é feita através da fórmula:

$$L_p = 10 \times \log\left(\frac{p^2}{p_0^2}\right), \text{ onde } p \text{ é a pressão a converter e } p_0 \text{ é a pressão sonora de referência } (2 \times 10^{-5} \text{ Pa}) \text{ (19)}$$

Decibel – unidade que se expressa através de uma razão entre uma dada grandeza e um valor de referência numa escala logarítmica (19). Em Acústica, usa-se esta unidade para converter uma determinada variação de pressão no nível de pressão sonora correspondente.

Na Figura 11 pode-se observar uma ilustração dessa mesma conversão de variações de pressão em níveis de pressão sonora.

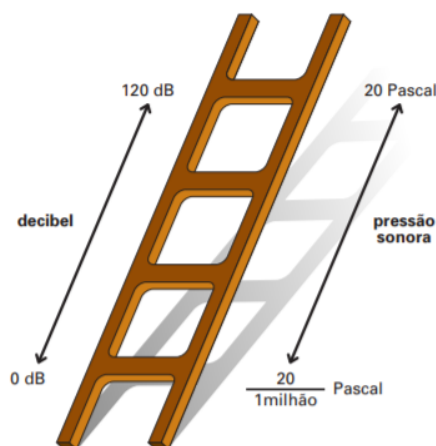


Figura 11 – Conversão de pressões sonoras em níveis de pressão sonora (21)

Sonómetro – equipamento que mede a variação de pressão e a converte em decibéis (19).

Direccionalidade – característica das fontes sonoras relativa à forma como é emitida a energia. É avaliada através do coeficiente de direccionalidade (Q) e do índice de direccionalidade (G) (19).

Na Figura 12 apresentam-se os valores de coeficiente de direccionalidade (Q) de uma fonte omnidireccional em função da sua localização numa sala.

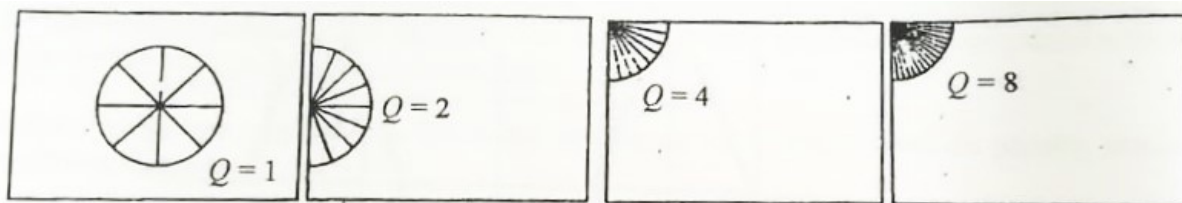


Figura 12 – Valores de coeficiente de direccionalidade de uma fonte omnidireccional consoante a sua localização numa sala (19)

O índice de direccionalidade (G) é calculado através da seguinte expressão:

$$G = 10 \times \log Q$$

Fonte omnidireccional – fonte sonora que emite a mesma energia em todas as direções.

Representações espectrais/espectrograma – representações gráficas da pressão/ nível de pressão sonora em função da frequência de um dado som ou ruído (19).

A título de exemplo, apresenta-se, na seguinte Figura 13, o espectrograma da campainha de sinalização da passagem de nível de Francelos, obtido no decorrer da presente dissertação:

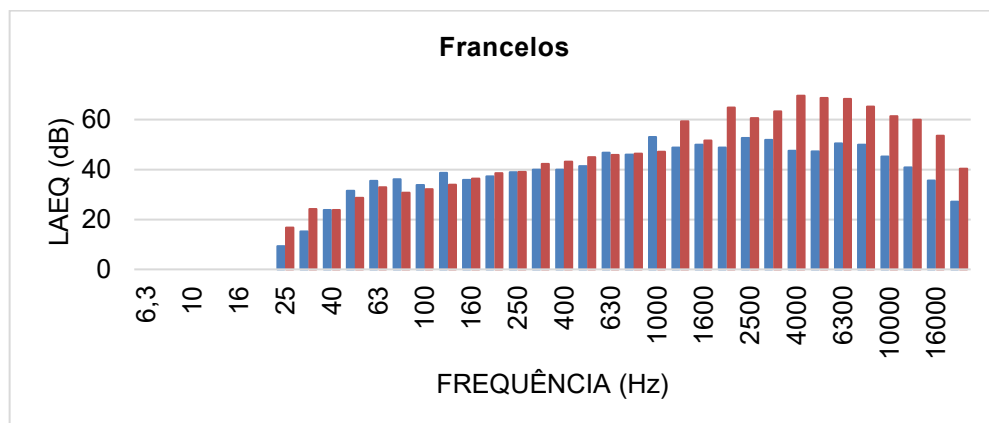


Figura 13 – Representação espectral/espectrograma da campanha da PN de Francelos

Banda de frequência – conjunto de frequências com dimensão normalizada, compreendidas entre um limite superior (f_1) e um limite inferior (f_2). A diferença entre esses dois limites é designada como largura da banda (B).

Existem bandas de frequências de diversas larguras, mas as mais usuais são a 1/1 oitava e a 1/3 de oitava (19).

Na Figura 14 apresenta-se um espectro sonoro de um ruído e as respectivas bandas de 1/1 oitava e de 1/3 oitava.

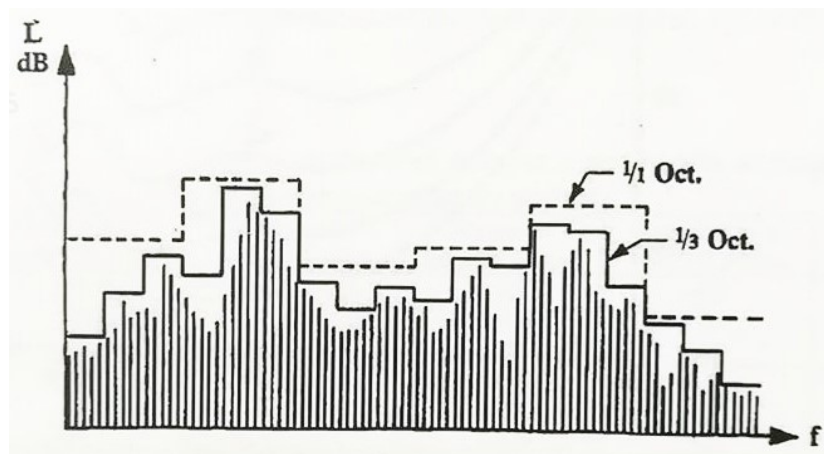


Figura 14 – Exemplo de espectro sonoro de um ruído em bandas de 1/1 oitava e de 1/3 de oitava (19)

Filtro A – curva representativa da correção de um determinado ruído à resposta humana, nomeadamente à pouca sensibilidade do ouvido humano a frequências muito baixas e a muito altas frequências (19), como se pode observar na Figura 15.

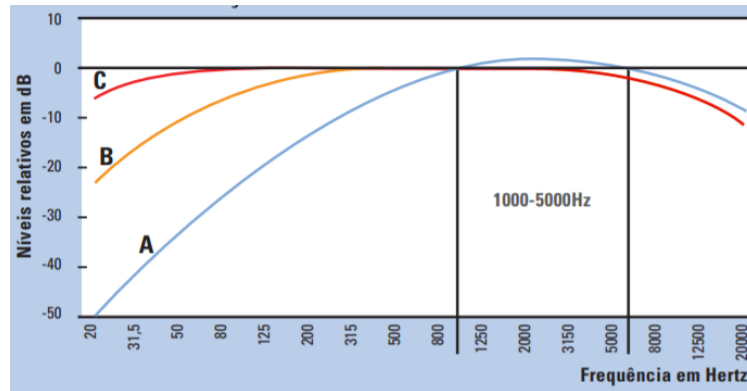


Figura 15 – Curva de ponderação/Filtro A (21)

Nível de pressão sonora contínuo equivalente (L_{eq}) – descritor energético que se define como o nível sonoro constante que num determinado intervalo de tempo produz a mesma energia que o som/ruído que se pretende avaliar.

$$L_{eq} = 10 \times \log\left[\left(\frac{1}{T}\right) \sum_{i=1}^N t_i \times 10^{L_i}/10\right] \quad (19)$$

Atenuação – influência de fatores externos, como a distância à fonte sonora, a absorção do ar e os efeitos meteorológicos, ao longo do percurso de propagação de um dado som/ruído.

Nível de potência sonora (L_w) – consiste na conversão da potência sonora característica de uma fonte sonora em decibéis. A conversão é feita através da fórmula:

$$L_w = 10 \times \log\left(\frac{W}{W_0}\right), \text{ onde } W \text{ é potência sonora e } W_0 \text{ é a potência sonora de referência } (10^{-12}) \quad (19)$$

Atenuação por divergência geométrica – atenuação resultante da influência da distância à fonte sonora (19)

Fonte pontual – fonte sonora que emite ondas sonoras em todas as direções uniformemente (19).

Atenuação devida ao ar – atenuação resultante da influência da humidade relativa e da temperatura (19).

Atenuação devida a efeitos meteorológicos – atenuação resultante da influência dos gradientes verticais de temperatura e da velocidade do vento (19).

Ruído de fundo – interferência sonora que não é do âmbito de interesse do estudo.

Inquéritos psico-acústicos – questionários que pretendem o estudo das sensações auditivas das pessoas.

Caracterização acústica – obtenção das particularidades de um equipamento ou espaço, em termos acústicos, através da realização de medições acústicas.

Câmara anecóica – sala instalada com materiais absorventes nas paredes, teto e chão, de forma a não haver reflexões de ondas sonoras, destinada a medições acústicas (19).

2.2.2 FERROVIA

Passagem de nível – cruzamento da ferrovia com uma rodovia ou passagem pedonal ao mesmo nível.

Quanto à presença de obstáculos ao movimento, nas passagens de nível podemos encontrar:

Barreira completa – obstáculo ao tráfego rodoviário, usado como equipamento de segurança em passagens de nível, que obstrui toda a faixa de rodagem, como se pode observar na Figura 16.



Figura 16 – Barreira completa (22)

Meia barreira – obstáculo ao tráfego rodoviário, usado como equipamento de segurança em passagens de nível, que obstrui parcialmente a faixa de rodagem, como aquele que se apresenta na Figura 17.



Figura 17 – Meia Barreira (23)

No que se refere ao tipo de campainhas instaladas em PN, podem-se encontrar:

Campainhas mecânicas – fonte sonora que tem como principal função uma chamada de atenção/alarme e que funciona através de meios mecânicos/ruídos de percussão.

Campainhas eletrônicas – fonte sonora que tem como principal função uma chamada de atenção/alarme e que funciona através da reprodução eletrônica de sons.

2.3 O Ruído Ferroviário

O ruído existente nas atuais comunidades é uma problemática que resulta de diversas fontes sonoras e atividades, nomeadamente dos aeroportos, das indústrias, das obras da via pública, da música alta de um vizinho, da circulação rodoviária e ferroviária, dos alarmes e sirenes, etc. (21), (24)

Um dos ruídos que se tem demonstrado relevante, de forma a controlar o ruído ambiente, é o proveniente das ferrovias (24). Principalmente nas grandes cidades, as ferrovias são um meio de transporte muito importante porque permitem transportar uma grande quantidade de pessoas dos subúrbios para o centro da cidade, do centro das cidades para os subúrbios e também o transporte de mercadorias. Para além disto, são um meio de transporte muito sustentável já que consomem pouca energia, não ocupam muito espaço e produzem uma menor quantidade de CO₂ quando comparado com outras formas de transporte, mas apesar de todas estas vantagens também trazem associadas a si algumas desvantagens (24), (25). De facto, o ruído emitido pela circulação ferroviária é um dos problemas mais graves deste meio de transporte. (24).

Na verdade, o ruído ferroviário pode ser dividido segundo vários componentes, nomeadamente o ruído de tração, o ruído da interação roda/carril, também designado de ruído de rolamento, e o ruído aerodinâmico. A contribuição sonora de cada um deles depende essencialmente da velocidade, mas também da composição e da carga transportada. O ruído de tração manifesta-se em velocidades inferiores ou iguais a 40 km/h, o ruído de rolamento para velocidades entre os 40 e os 250 km/h e o ruído aerodinâmico para velocidades entre 240 e 270 km/h. Apesar disto, tem-se verificado que é o ruído de rolamento aquele que normalmente se demonstra como o mais importante, tendo uma forte influência da vibração do sistema e da rugosidade da interface entre a roda e o carril (19).

A evolução que se tem verificado no tráfego ferroviário, nomeadamente o aumento das velocidades dos veículos, o aumento da frequência de circulação, assim como todas as atividades que aparecem associadas, como é o caso dos arranques e travagens nas estações e das operações de manutenção e limpeza, fazem com que o ruído produzido seja cada vez maior e, por sua vez, a sociedade se sinta cada vez mais incomodada e se afirme que “O ruído é classificado como o incómodo ambiental mais grave causado pelas ferrovias” (26).

Em termos espectrais, os comboios apresentam uma maior quantidade de ruído com baixas frequências (sons graves) do que em altas frequências (19).

Outro dos fenómenos que ocorre frequentemente e que provoca elevada incomodidade nas pessoas é o silvo, um ruído intenso, com cerca de 20 dB acima do restante ruído, provocado pela fricção entre a roda e o carril em curvas muito apertadas (19).

Importa referir também que, para agravar esta situação, a grande expansão urbana que se tem verificado e a construção nas proximidades destas vias têm contribuído muito para o intensificar deste problema já que têm sido construídas habitações ao longo das ferrovias, provocando uma maior incomodidade nas pessoas aí residentes e, por sua vez, mais queixas (25).

Quando a incomodidade é causada durante períodos alargados pode provocar problemas de saúde nas pessoas que estão expostas a este ruído. Particularmente, no caso do ruído ferroviário, as pessoas são expostas a níveis de ruído muito elevados. Posto isto, têm sido implementados novos materiais nos elementos constituintes das ferrovias, materiais estes com capacidades para absorver parte do ruído emitido, assim como têm sido feitas intervenções a nível do ordenamento do território (27) (25).

Mas não é só o ruído proveniente do tráfego ferroviário que provoca incomodidade nas pessoas. As campanhas usadas para estabelecer a segurança dos peões que atravessam as passagens de nível também têm gerado algumas queixas, principalmente nos períodos noturnos, devido aos elevados níveis de pressão sonora que estas produzem e à sua composição espectral. Para resolver este problema, têm-se estudado várias alternativas, desde o desligar das campanhas durante a noite ao desenvolvimento e substituição de algumas das campanhas mecânicas existentes por novas, como é o caso das campanhas eletrónicas, das baseadas em tons de banda larga e das chamadas campanhas silenciosas (18) (28).

Segundo a Organização Mundial de Saúde (1999), para combater a incomodidade elevada, o ruído ambiente exterior durante o dia na proximidade de edifícios de habitação deve ser inferior a 55 dB(A), $L_{Aeq,diurno}$. Por outro lado, durante a noite, o ruído ambiente no interior dos quartos não deve exceder os 30 dB(A), de forma a não provocar distúrbios no sono (21).

À luz de todos estes factos, torna-se, então imperativo proceder à prevenção e ao controlo do ruído, podendo este ser feito diretamente na fonte, na transmissão ou no recetor do mesmo, e segundo as obrigações legais existentes. É, portanto, uma tarefa fundamental do Estado para a salvaguarda da saúde e do bem-estar das populações.

2.4 A importância das Campanhas: evolução e características acústicas

2.4.1 EVOLUÇÃO DAS CAMPAINHAS

Como referido anteriormente, uma área que tem merecido particular atenção são as passagens de nível, pelo perigo e riscos que representam para as pessoas e própria circulação ferroviária. Como tal, desde a construção da primeira linha férrea têm sido criadas formas para minimizar os acidentes desta natureza.

O primeiro meio de aviso a ser usado nas passagens de nível era baseado em sinalização, que por vezes completada com a presença de vigias, que davam indicações ao tráfego com bandeiras vermelhas (durante o dia) e lanternas vermelhas (durante a noite). Para além disso, os próprios comboios também produziam um apito que era acionado a diferentes distâncias do cruzamento. Mas nem sempre a sinalização existente era respeitada pelos condutores dos veículos que atravessavam as passagens, colocando todos em risco, incluindo os próprios vigias. Foram então desenvolvidas outras formas de aviso e proteções de forma a tentar contornar este problema, nomeadamente barreiras e sistemas com controlo automático.

O primeiro controlo automático foi criado em 1889 e era constituído por um interruptor elétrico, colocado sobre a ferrovia, que acionava um sino quando o comboio passava no local onde ele estava instalado. Este sino permitia, então, que os pedestres e mesmo os veículos, na altura puxados por cavalos, fossem alertados quanto à proximidade do veículo.

Desde este momento até aos dias de hoje o sinal sonoro é frequentemente usado como complemento aos avisos existentes nas passagens de nível e, tal como os restantes sistemas de alerta, têm sofrido diversas alterações e evoluções, consoante o avanço da tecnologia e os problemas que se tornam necessários resolver (29).

2.4.2 CARACTERIZAÇÃO ACÚSTICA DE CAMPAINHAS

Atualmente, as campanhas mais encontradas em Portugal são: a Type Extérieur SCE - 50 - 200 AP, a Siemens, a Friedland Series 5 - Modelo 56024, a Werma e a WESTERN - CULLEN - HYES 777 - CFR.

Em, 2008, Alarcão *et al.* através de ensaios em câmara anecóica fizeram a caracterização acústica, em laboratório, das campainhas mecânicas Type Exterieur SCE - 50 - 200 AP, Siemens e Friedland Series 5 - Modelo 56024. Para tal, submeteram-se as três campainhas a uma tensão nominal de 24 V AC, de forma a coincidir com as condições normais de funcionamento, e seguiram-se as recomendações da ISO 3745:2003 e as boas práticas de acústica relativas à realização de ensaios acústicos em câmaras anecóicas (18).



Figura 18 - Campainhas Type Exterieur SCE - 50 - 200 AP, Siemens e Friedland Series 5 - Modelo 56024 (18)

As características mais importantes de uma fonte sonora, e, portanto, aquelas que se pretenderam obter nessa caracterização acústica, foram a potência acústica, o conteúdo espectral e os diagramas de radiação. Para tal, fizeram a medição dos níveis de pressão sonora total e por bandas de $\frac{1}{3}$ de oitava, além da medição dos diagramas de radiação, ambas feitas a 1 metro de distância da campainha em questão e em estado estacionário (18).



Figura 19 - Campainhas “Werma” e “Western-cullen-hayes 777-CFR”(WCH) (30)

Tal como referido anteriormente, outras campainhas utilizadas em Portugal nas passagens de nível, são as WERMA e as “Western-cullen-hayes 777-CFR” (WCH). Pois bem, em 2009, Alarcão *et al.* também se dedicou à caracterização acústica destas mesmas campainhas (30).

O procedimento praticado foi semelhante ao da caracterização acústica acima relatado, embora com algumas diferenças. Uma delas é a tensão de alimentação, que na campanha Werma foi 24 V DC e na WCH foi de 12 V DC. Relativamente ao tipo de medições que se fizeram, também para esta caracterização recorreram à medição dos níveis de pressão total e por $\frac{1}{3}$ de oitava e à medição dos diagramas de radiação a 1 metro de distância da fonte e em estado estacionário. No entanto, a medição dos níveis de pressão da campanha Werma foi feita segundo um plano horizontal enquanto para a campanha WCH foram realizadas medições num plano vertical devido, mais uma vez, à assimetria desta fonte sonora (30).

Outro aspeto que diferiu nos ensaios da campanha WCH tem a ver com o facto de ser uma campanha eletrónica e, portanto, permitir que se faça o ajuste do volume e da taxa de repetição de impulsos por minuto do toque. Posto isto, os ensaios foram feitos segundo vários regimes de funcionamento dessa campanha (30).

As características obtidas neste estudo, para cada uma das campanhas supramencionadas, são apresentadas no capítulo 4.

2.5 Evolução da investigação e da forma de atuação

2.5.1 TIPO DE PASSAGENS DE NÍVEL

As campanhas de passagem de nível (PN), como referido anteriormente, são dispositivos usados para estabelecer a segurança dos peões que atravessam estes pontos de cruzamento entre a ferrovia e a rodovia, mas não estão presentes em todas as passagens de nível.

Na verdade, na legislação podemos verificar que as PN podem ser classificadas segundo 5 tipologias diferentes (A, B, C, D e de peões), consoante o tipo de tráfego de passagem e as características das vias ferroviária e rodoviária. No Quadro 1 indicam-se as principais diferenças entre PN.



Sinalização luminosa



Cruz de Santo
André



Sinal de STOP



Placa "Pare, Escute e Olhe"

Figura 20 – Sinalização usada nas passagens de nível (31) (32)

Quadro 1 – Características de cada um dos tipos de PN (13) (14) (22) (23) (33) (34)

Passagem de nível	Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D	De peões
Existência de obstáculos à passagem	barreira completa	meia barreira	✗	✗	✗
Existência de sinalização luminosa	✓ (quando automatizada)	✓ (quando automatizada)	✓ (dois focos de cor diferente intermitentes: <i>vermelho</i> que obriga a parar e <i>branco</i> que autoriza a passagem)	✗	✓ (facultativa)
Existência de sinalização sonora	✓ (facultativa)	✓ (facultativa)	✓ (facultativa)	✗	✓ (facultativa)
Travessia de peões	✓		✓	✓	exclusivamente para travessia pedonal
Sinalização exclusiva				Cruz de Santo André (que indica a não existência de guarda) e Sinal de STOP (que obriga a parar antes do atravessamento)	Placa "Pare, escute e olhe"

No entanto, apesar desta classificação e das medidas de segurança a aplicar para cada uma das tipologias de PN ser feita consoante as suas características e tráfego, o número de acidentes de colisão nestes pontos continua a ser demasiado elevado (17 acidentes e 6 mortes no ano de 2017 (4)).

De forma a combater este problema tem sido realizada muita investigação para encontrar as razões e, consequentemente, encontrar soluções que minimizem a probabilidade de ocorrência deste tipo de acidentes. A título de exemplo, faz-se uma súmula crítica de alguns estudos mais recentes neste domínio. Seguindo-se uma resenha de estudos relativos à incomodidade induzida por estes equipamentos de segurança.

2.5.2 INQUÉRITOS RELATIVOS À SEGURANÇA DE ATRAVESSAMENTO DE PASSAGENS DE NÍVEL

Em 2010, Tey *et al.* desenvolveram um estudo com o objetivo de avaliar as respostas dos condutores a diferentes dispositivos de sinalização de aviso, convencionais nos cruzamentos ferroviários, uma vez que até à data se tinha demonstrado que os seus comportamentos nas passagens de nível eram o principal fator causador de colisões. Os resultados deste estudo foram obtidos através de gravações de vídeos com câmaras de vigilância de tráfego instaladas próximo das passagens de nível analisadas e, posteriormente, através de simulações de tráfego em laboratório. Os autores mostraram que, de uma forma geral, as reações às passagens de nível com sinalização passiva, mais concretamente aquelas que apenas apresentam um sinal STOP como forma de aviso, são fracas quando comparadas com as que têm sinalização ativa, ou seja, aquelas que possuem obstáculos à travessia da linha ferroviária, como é o caso de barreiras, e sinais luminosos. Verificaram também que os resultados obtidos no terreno e no simulador foram coerentes, razão pela qual afirmam que o simulador poderá ser usado, no futuro, para avaliação de sistemas de aviso alternativos (35).

Em 2012, Read *et al.* fizeram uma compilação da literatura referente a passagens de nível e tiraram conclusões a partir daí, nomeadamente tentaram perceber se têm sido aplicadas abordagens de sistemas nos estudos já realizados. Para se verificar se nos estudos anteriores foi aplicada uma abordagem sistémica, de forma a permitir o surgimento de melhoramentos, analisaram-se os tipos de métodos de análise utilizados, o número de relacionamentos entre componentes, o número de grupos utilizadores, o número de níveis de sistemas e os tipos de modelos considerados. Depois de analisadas todas as pesquisas já existentes e de selecionadas as adequadas para esta investigação concluiu-se que nenhuma delas foi considerada uma abordagem sistémica consistente, recomendando-se, por isso, que em pesquisas posteriores se passem a usar, de forma a permitir a identificação de melhorias efetivas nos projetos de passagens de nível (36).

Em 2014, Laapotti investiu num estudo que onde se fez a comparação de acidentes fatais de veículos motorizados ocorridos em passagens de nível ativas e passivas na Finlândia, tendo em consideração fatores de risco imediato e da envolvente. Usaram-se dados relativos a todos os acidentes fatais ocorridos entre 1991 e 2011, o que resultou num total de 142 acidentes, que foram investigados por equipas especializadas em acidentes de trânsito. Através destes dados verificou-se que a maioria dos acidentes ocorrem nas passagens de nível passivas, o que reflete que as passagens de nível passivas apresentam um maior risco de ocorrência de acidente e que as passagens de nível ativas são mais eficazes na sua prevenção. No que diz respeito aos fatores tidos em conta nesta investigação, verificou-se que quase todos os fatores de risco imediatos nos acidentes foram devidos a erro humano e que nas passagens de nível ativas os dispositivos de aviso são mais eficazes na prevenção de acidentes resultantes de erros do utilizador da via. Desta forma, facilmente se chegou à constatação de que a implementação de

dispositivos de aviso ativo nas passagens de nível passivas e a eliminação de algumas passagens de nível melhoraria a segurança nesses locais (37).

Em 2015, Salmon *et al.* realizaram um estudo que surgiu com o propósito de discutir o futuro dos sistemas de segurança das passagens de nível. Fez-se recurso a dados de uma série de atividades e através de uma análise de trabalho cognitivo (CWA) analisaram-se os sistemas de cruzamento de nível ferroviário de Victoria e identificaram-se os principais requisitos a implementar para melhorar a segurança das passagens de nível. Este CWA englobou várias fases nomeadamente *Work domain analysis (WDA)*, *Control task analysis (ConTA)*, *Strategies analysis* e *Social Organisation and Co-operation Analysis (SOCA)*. As principais conclusões tiradas deste estudo foram que os sistemas de passagens de nível são muito complexos e que os sistemas atuais não possuem os meios necessários para os atuais desafios e que a mudança não deve passar apenas pela alteração da passagem de nível, mas também a nível funcional. Para além disso, as soluções encontradas devem ser adaptadas a todos os grupos de utilizadores, sejam eles condutores, peões ou ciclistas, assim como os respetivos processos, diretrizes e normas. Finalmente, também se constatou que o estabelecimento e a responsabilidade pela segurança não deve ser apenas colocada na própria passagem de nível e na sua infraestrutura, mas também nos veículos, nos GPS, telefones e outros objetos e sistemas e que se deveria investir em mais estudos e análises a sistemas de passagens de nível e outras áreas de transporte (38).

Em 2015, Mulvihill *et al.* analisaram a postura e a tomada de decisão por parte das pessoas nas passagens de nível ativas quando um veículo ferroviário se está a aproximar e usou-se como termo de comparação a escada de decisões de Rasmussen. Submeteu-se então uma amostra de condutores, motociclistas, ciclistas e peões utilizadores das passagens de nível a um registo diário e à resposta de questionários de forma a perceber o tipo de exposição e as tomadas de decisão em passagens de nível, respostas estas que foram mapeadas. No geral, os resultados deste estudo sugerem que as diferenças nos processos de tomada de decisão nas passagens de nível dependem do tipo de utilizador da rodovia e se uma violação está a ser cometida ou não. Para além disso, também se constatou que nem sempre as luzes intermitentes e barreiras colocadas para melhorar a segurança são eficazes porque o sistema permite um alto nível de flexibilidade, sendo facilmente contornadas as indicações de segurança dadas pelo sistema. A solução destes problemas reside atualmente num dilema de se restringir ou não o tempo e a quantidade de informação disponível para os utilizadores de forma a que por um lado não seja possível o desvio ao sistema de segurança, mas ajude os utilizadores a tomar decisões seguras (39).

Em 2017, Liang *et al.* desenvolveram um estudo para tentar perceber o comportamento de risco dos condutores de veículos ao atravessar as passagens de nível durante o ciclo de encerramento. Sendo as passagens de nível automatizadas com duas meias barreiras e luzes intermitentes (SAL2) o tipo mais usado e por isso onde ocorrem mais acidentes e o ciclo de encerramento constituído pelas fases *Ph2 "Red Flash e Siren"*, *Ph3 "Barriers Coming Down"* e *Ph4 "Barriers Down"* do ciclo de controlo, analisou-se o comportamento dos condutores aquando das várias fases de encerramento de quatro passagens de nível SAL2 onde se fizeram medições. Foram, então, selecionadas quatro passagens de nível francesas: Motteville (LX 51), Ectot lès Baons (LX 55), Yvetot (LX 58) e Gonfreville (LX 69). Nestas quatro passagens de nível fizeram-se medições do tráfego rodoviário e fez-se a recolha de dados relativos ao tráfego ferroviário, a partir daí e com a facilidade de os dados obtidos estarem sincronizados conseguiram-se tirar conclusões acerca do comportamento dos condutores que atravessaram a passagem de nível. Constatou-se que durante a manhã o pico de comportamentos de maior risco é posterior ao pico de tráfego e que à sexta-feira também ocorre um pico de violação da segurança, contrariamente ao que acontece durante o fim de semana. Por outro lado, verificou-se que a taxa de violação relativa a veículos com alta velocidade diminui à medida que o tempo avança de Ph2 para Ph3 durante o dia e que

a taxa comportamentos de risco durante o Ph4 diminui à medida que a duração do Ph4 é prolongada (40).

Em 2017, Beanland *et al.* desenvolveram um estudo de campo para avaliar a eficácia da implementação de sinais de stop em passagens de nível em ambientes rurais, como uma opção de baixo custo para melhorar a segurança em passagens de nível passivas e identificar os fatores que a influenciam. Para este estudo foram então recrutados 22 condutores (11 novatos e 11 experientes) que foram desafiados a fazer um itinerário de 30,5 km em torno de Bendigo, uma cidade regional a aproximadamente 150 km a noroeste de Melbourne, Austrália, abrangendo três passagens de nível controladas por sinais de stop. Para este trabalho foram usados veículos equipados com equipamentos e sete câmaras, de forma a ser possível a recolha de dados relativos aos veículos e a fatores externos, assim como os movimentos da cabeça e dos olhos dos condutores. Para além disso, os condutores preencheram um questionário com dados demográficos, foi pedido a cada condutor que durante todo o percurso fosse fazendo um relato de forma a apoiar as avaliações feitas pelas suas consciências em cada situação, e, ainda, responderam a uma entrevista, segundo o método de Decisão Crítica (CDM), feita pós-condução e referente apenas a uma das passagens de nível, onde era pedido para fornecerem o máximo de detalhes possível, a resumirem a situação e incluírem a tomada de decisão. Em termos de conclusões, verificou-se que a maioria dos participantes respeitou os sinais, no entanto, ainda houve condutores que infringiram o sinal de stop, uns porque não detetaram a sua presença, outros porque subestimaram os riscos de prosseguir. Posto isto, destacaram-se algumas formas de melhorar a segurança nas passagens de nível passivas rurais, nomeadamente, por meio de avenidas, projetos de infraestrutura e campanhas de educação e conscientização (41).

Em 2017, Djordjević *et al.* propuseram o modelo DEA (*Data Envelopment Analysis*) não radial como uma nova abordagem para avaliar a segurança nas passagens de nível. Para tal fez-se uma melhoria do modelo através da introdução de um registo a nível da eficiência e do peso e para a avaliação da segurança foram incluídas entradas desejáveis e indesejáveis e resultados desejáveis e indesejáveis. Aplicado o modelo aos países europeus no período de 2010 a 2012 e para 2014, verificaram-se quais os países mais eficientes e os menos eficientes no que diz respeito à eficiência do desempenho ferroviário e segurança nas passagens de nível. Também se constatou a validade do modelo modificado através da comparação entre os resultados e análise de sensibilidade, apesar de algumas fragilidades existentes devido à ausência de alguns dados, a dados imprecisos, número de variáveis incluídas e à seleção de entradas e resultados (42).

Através da análise destes artigos pode-se, então, constatar que os acidentes de colisão nas passagens de nível são um problema recorrente em todo o mundo, que, de uma forma geral, o principal responsável por estes acidentes são os próprios utilizadores, que já foram feitos inúmeros estudos com o propósito de encontrar soluções para este problema e que as passagens de nível ativas são aquelas que têm produzido melhores efeitos. Ora, sendo as campanhas um dos dispositivos de aviso ativo utilizados atualmente, se por um lado têm contribuído, tal como constatado através destes estudos para uma maior segurança nas passagens de nível, por outro a sua instalação nas passagens de nível também tem trazido inconvenientes para a população da envolvente dessas passagens de nível, nomeadamente o aumento significativo do ruído e, consequentemente, a incomodidade das pessoas e queixas. Tendo isto em conta, também têm sido feitos muitos estudos com o objetivo de diminuir a incomodidade causada pelo ruído destes dispositivos.

2.5.3 ESTUDOS DE INCOMODIDADE DIRECIONADOS PARA AS CAMPAINHAS DE SINALIZAÇÃO FERROVIÁRIA

Em 2003, a *Tranz Rail Engineering Services* apresentou a política de instalação de campanhas menos ruidosas nas passagens de nível. A instalação de campanhas silenciosas tem surgido devido a situações onde as campanhas consideradas normais se têm demonstrado prejudiciais para o ambiente em termos de ruído, nomeadamente o ruído emitido durante a noite e que incomoda as pessoas que vivem em residências adjacentes à fonte de ruído. A instalação deste tipo de campanhas sucedeu após várias tentativas de limitação do ruído, como é o caso do desligar as campanhas durante o período da noite, e foi considerado o método recomendado porque têm a vantagem de proporcionarem sempre um aviso sonoro e de reduzir os níveis de ruído emitido. As novas campanhas eletrónicas têm-se demonstrado uma boa alternativa porque direcionam o som para baixo limitando, assim, a propagação das ondas sonoras. Para além de tudo isto, neste documento também é referido que no *American Railroad Engineering & Maintenance of Way Association* (AREMA) é feita uma limitação máxima e mínima ao nível sonoro emitido pelas campanhas ditas normais e as campanhas silenciosas, a 3 m de distância, à altura da campanha e numa câmara anecóica:

- Campanha normal: máximo de 105 dB(A); Mínimo 85 dB(A);
- Campanha menos ruidosas: máximo de 85 dB(A); Mínimo de 75 dB(A) (28).

Em 2013, a *ICF Internacional* desenvolveu um estudo onde se avaliaram os níveis de ruído ambiente e o proveniente de campanhas de passagem de nível, previamente selecionadas, da cidade de San Diego e se desenvolveram recomendações para a redução do ruído proveniente das campanhas, de forma a estarem de acordo com as exigências da Comissão de Utilidade Pública da Califórnia (CPUC) e a diminuir a incomodidade causada nas pessoas da envolvente, especialmente no caso de locais onde existem residências e outros usos sensíveis a ruído. Para tal foram feitas medições pontuais de curta duração a uma distância de 10 pés ($\approx 3,05$ m) da campanha, a alturas de 8 ($\approx 2,44$ m), 10 e 12 ($\approx 3,66$ m) pés relativamente ao solo e também no plano da campanha de forma a obterem-se níveis sonoros representativos. Também foram feitas medições em áreas de uso externo (varandas), áreas de uso interno (áreas de estar) com portas e janelas abertas e áreas de uso interno (áreas de estar) com portas e janelas fechadas em quatro residências representativas. O ruído ambiente foi obtido através da medição na ausência do ruído das campanhas e de veículos ferroviários. Para além das medições foi feita uma modelação através do *SoundPlan* (programa de modelação acústica) e todas as particularidades como o tipo de terreno, altura dos recetores, fontes de ruído e outras foram registadas e incluídas no modelo. Este modelo serviu para através da análise de diferentes alternativas determinar cenários que ao serem postos em prática levassem à redução dos níveis de ruído nos recetores localizados nas proximidades de cada uma das campanhas de alerta analisadas (43).

Na sequência, também em 2013, Butt, devido ao facto de ser um Membro do Conselho Municipal de Richmond, na Califórnia, e de sistematicamente receber emails com queixas sobre as buzinas dos comboios, decidiu elaborar um documento onde fornece um contexto geral do problema das buzinas de comboio nos Estados Unidos e descreve medidas bem-sucedidas e recomendações com vista à eliminação do uso desnecessário das buzinas dos comboios. (44).

No território nacional constata-se que a preocupação com a segurança no atravessamento das passagens de nível tem estado presente na concessionária responsável pela gestão das infraestruturas ferroviárias, a IP – Infraestruturas de Portugal, I.P. Aliás, tem-se assistido a uma melhoria das condições de segurança, designadamente através da eliminação de passagens de nível e da instalação de sinalização eletrónica. Realça-se o facto de esta preocupação já existir deste 1999, mais propriamente desde a

entrada em vigor do Decreto-Lei n.º 568/99 e do subsequente Plano de Supressão e Reclassificação de Passagens de Nível, através do qual se implementou a obrigação de elaboração de planos plurianuais de supressão de passagens de nível (45) (46).

3 INQUÉRITOS

3.1 Introdução

Para se conseguir uma caracterização subjetiva do ruído envolvente de campainhas das passagens de nível caracterizadas neste estudo procedeu-se, tal como já referido anteriormente, à realização de inquéritos psico-acústicos. Estes inquéritos foram respondidos de duas maneiras diferentes: porta-a-porta, nos edifícios próximos das campainhas onde se fizeram medições acústicas, e *online*, através da partilha nas redes sociais e email.

3.2 Processo de Formulação de Inquéritos

A formulação dos inquéritos para o estudo da incomodidade causada pelo ruído proveniente dos dispositivos de segurança na sinalização ferroviária, nomeadamente as campainhas de passagem de nível, teve como mote a tentativa de identificação de eventual incomodidade na proximidade de passagens de nível com este equipamento. Foi um processo iterativo que se iniciou com a análise de outros inquéritos já realizados, que são apresentados no subcapítulo seguinte e prosseguiu com o delinear de um esquema condutor do inquérito que se queria implementar.

Da interpretação de inquéritos anteriores, do ensaio realizado com uma versão preliminar do inquérito, obteve-se a versão final do mesmo, devidamente adaptada para a versão digital e para uma versão mais próxima da população e que implicava contacto direto.

3.3 Análise de inquéritos anteriores

3.3.1 RUÍDO DE TRABALHADORES

O primeiro inquérito analisado está incluído na dissertação submetida por Arezes, P., em 2002, onde foi desenvolvido um questionário a 516 trabalhadores, expostos a níveis de pressão sonora superiores aos indicados na legislação (85 dB(A)), de várias empresas industriais (ASA, Indústria Têxtil S.A. ; COELIMA, Indústria Têxteis S.A.; JOSAR Etiquetas, Lda.; LAMEIRINHO, Indústria Têxtil S.A.; Sociedade Têxtil A FLOR DO CAMPO, S.A.; Tecelagem ADALTEX, Grupo Lameirinho; SIR - SONAE INDÚSTRIA DE REVESTIMENTOS S.A.; UNICER S.A). Com o questionário pretende-se analisar a perceção individual do risco, a utilização de proteção individual e o desenvolvimento de perdas auditivas resultantes de tal exposição.

O questionário foi subdividido em três partes: caracterização geral da empresa; caracterização da exposição individual de cada um dos trabalhadores e avaliação da exposição individual de cada trabalhador, incluindo a utilização individual de proteção auditiva.

Pela análise estatística dos resultados obtidos constatou-se que a percepção individual do risco dos trabalhadores é um fator do comportamento dos trabalhadores a que se deve prestar atenção e, por isso, a ter em conta no planeamento, desenvolvimento e implementação dos programas de conservação da audição. Para além da idade, dos níveis de pressão sonora e da duração da exposição ao ruído, com este estudo também se verificou que a percepção individual do risco e da percepção dos seus efeitos têm um efeito significativo no desenvolvimento de perdas auditivas (47).

3.3.2 RUÍDO RODOVIÁRIO

Em 2005, no âmbito de um projeto de parceria entre a Universidade do Porto e a Autoridade portuguesa de Estradas (EP – Estradas de Portugal), que visava a avaliação da necessidade de soluções de mitigação do elevado ruído existente na zona da Via Cintura Interna (IC23-VCI) provocado pelo tráfego rodoviário, Rocha, C. et al. desenvolveram um inquérito sócioacústico de forma a ter-se uma noção subjetiva da incomodidade causada por esta estrada. Durante o mês de julho de 2004, foram, então, enviados por correio para todos os prédios da área de estudo um inquérito sócioacústico, elaborado segundo a norma ISO / TS 15666: 2003. Havendo um total de 3225 edifícios na zona, onde apenas 2000 correspondem a habitações, optou-se por apenas considerar como amostra deste estudo os edifícios habitacionais, que possuem aproximadamente 5000 residências. Dos 5000 questionários enviados apenas foram recebidas 800 respostas, as quais foram constituídas amostra desse estudo.

No inquérito incluíram-se, tal como indicado na norma já referida, respostas às perguntas segundo escalas de classificação verbal e numérica, que para além de perguntas sobre a incomodidade sentida pelas pessoas questionadas também consideravam perguntas sobre condições socioeconómicas, investimentos passados no isolamento acústico da habitação, custos relacionados com cuidados de saúde, a disposição a pagar relativa ao preço do combustível por litro e ao preço do mercado da habitação

Através dos inquéritos chegou-se à conclusão que as pessoas se encontravam muito insatisfeitas e incomodadas com a situação. Posto isto, a Autoridade Rodoviária Portuguesa decidiu analisar diferentes medidas de mitigação do ruído que no final resultaram em 22 barreiras acústicas, 10000 m² de materiais absorventes sobre muros de contenção e 4000 m² de isolamento de fachadas (48).

Em 2011, Antunes, desenvolveu dois inquéritos: um para avaliar a estrutura cognitiva dos indivíduos relativamente às fontes sonoras existentes em zonas urbanas, nomeadamente o ruído provocado pelo tráfego urbano, e outro para a avaliação da percepção da população sobre a eficácia de medidas de minimização de ruído.

O inquérito para avaliação cognitiva foi realizado a vários estudantes (da Universidade Católica, ISEL, Instituto Piaget, e de cursos de formação profissional realizados no LNEC e na Ordem dos Arquitetos) e a trabalhadores do LNEC e consistiu na audição e avaliação de registos áudio de diferentes tipos de ruído através de uma escala bipolar de adjetivos antónimos e de uma escala de Likert de 7 pontos (entre -3 e +3), tendo-se conseguido uma amostra de 132 participações no inquérito.

Importa realçar que este era um inquérito piloto, que foi seguido da realização de uma entrevista, e visava a solidificação das questões a contemplar no questionário sobre as medidas de minimização de

ruído. Apresentava em primeiro lugar uma parte onde se pretendia a identificação, por parte do entrevistador, da compartimentação da fração em estudo e o registo dos níveis sonoros quer no exterior, quer no interior da habitação; uma segunda parte onde se perguntava sobre a agradabilidade, o grau de contentamento e os períodos de permanência na residência, questões relativamente à incomodidade induzida pelo ruído de tráfego rodoviário e questões relativamente à percepção sonora de passagens de diferentes tipos de veículos que compõem o tráfego rodoviário; e uma última parte para preenchimento de dados pessoais, como género, idade, nível de escolaridade e rendimento familiar.

O inquérito relativo às medidas de minimização de ruído foi elaborado tendo em conta seis casos de estudos ao longo da VCI (Porto), no âmbito do qual foram entrevistadas pessoas que habitam na envolvente desses locais: Condomínio de São José, Bairro Social de Bessa Leite, Bairro do Foco, Condomínios de São João Bosco e das Andrezas, Bairro Cooperativa da Prelada e no Bairro Central de Francos. A amostra deste segundo inquérito é constituída por 21 inquéritos.

Englobou duas partes distintas de perguntas, nomeadamente uma primeira onde era avaliado o contexto demográfico, o tipo de residência e a sua estrutura, a exposição sonora, a sensibilidade ao ruído, os principais efeitos do ruído, a incomodidade provocada e as estratégias para lidar com esta. A segunda parte, tinha como ponto de partida a audição de áudios recolhidos em visitas de campo que, por sua vez, permitiam depois a resposta a questões no que diz respeito a preferência de barreiras acústicas, à avaliação da utilização de pavimentos com características de absorção sonora e à influência da velocidade de circulação.

Relativamente à normalização, sabe-se que, à semelhança do inquérito do documento referido anteriormente, as perguntas da segunda parte do inquérito piloto e a primeira parte do inquérito sobre a avaliação da percepção das medidas de minimização de ruído foram feitas segundo a norma ISO/TS 1566, que corresponde à versão portuguesa NP 4476:2008.

Quanto a conclusões, estes dois inquéritos permitiram a elaboração de uma metodologia para a inclusão da percepção humana na avaliação do ambiente sonoro (49).

Também em 2011 Eliana Bento publicou a sua dissertação. Pretendia-se um estudo do impacto dos níveis de exposição do ruído ambiente na percepção de incómodo do ruído de tráfego rodoviário e aéreo de Lisboa, que foi feito com recurso a modelos de dose-resposta já existentes, a mapas de ruído global noturno da cidade de Lisboa e na aplicação de inquéritos sócioacústicos, pelo que respeita a norma ISO TS 15666:2003, 2008.

Foram validados 725 questionários respondidos por habitantes de 29 bairros do município de Lisboa (Calçada de Carriche – Bairro Padre Cruz, Telheiras, Lumiar, Encarnação, Olivais, Benfica, São Domingos de Benfica, Alvalade (Roma), Campo Pequeno – Entrecampos, Picheleira, Amendoeiras, Belavista/ Marvila / Chelas, Campolide, Saldanha, Estefânia/ Conde Redondo, Coração de Jesus, Anjos / Bairro das Colónias, Penha de França, Alto de São João, Intendente, Bairro São José / Bairro da Pena, Restelo, Alto de Santo Amaro / Ajuda, Campo de Ourique, Lapa, Príncipe Real / S. Mamede, Graça, Castelo / Madalena, Alfama).

O questionário era composto por um cabeçalho que contemplava as informações relativas à morada e o género do participante e, ainda, três grupos de perguntas, de entre os quais um que avaliava o incómodo originado pelo ruído do tráfego, outro que pretendia estabelecer a identidade social e de lugar e, por fim, outro que tinha como objetivo caracterizar a amostra e retificar o nome da zona pré-definida.

No que toca a conclusões revelou-se uma relação positiva significativa no que diz respeito ao nível de ruído ambiente na percepção do incómodo. Por outro lado, e relativamente aos modelos de dose resposta usados, refutam-se as hipóteses do efeito de moderação da identidade de lugar e social na percepção de incómodo derivado do ruído (50).

3.3.3 RUÍDO AMBIENTE

Em 2012, Ricardo Cleto desenvolveu a tese de mestrado “O SOM E O RUÍDO NOS JARDINS DO PORTO”, orientada por António P. O. Carvalho. Os inquéritos desenvolvidos neste estudo tinham como principal objetivo a caracterização dos jardins e parques urbanos mais significativos da cidade do Porto, nomeadamente no que toca a aferir a percepção da qualidade acústica e da tranquilidade transmitida por estes locais aos seus visitantes. Para tal foram selecionados jardins e parques urbanos de acordo com um critério de representatividade, tanto em termos de tamanho como do uso feito por parte dos cidadãos, tendo-se chegado no fim a uma amostra de 10 jardins e parques, são eles: Jardim de São Lázaro, Praça do Marquês de Pombal, Quinta do Covelo, Jardim de João Chagas, Jardim Teófilo Braga, Jardim da Casa de Serralves, Parque de São Roque, Parque Ocidental da Cidade, Praça Mouzinho de Albuquerque (Rotunda da Boavista). e Praça Velásquez. Selecionados os jardins e parques onde se iriam fazer os inquéritos, foi utilizado um sistema de entrevista pessoal e aleatória às pessoas que se encontravam presentes. No total obteve-se uma amostra de 85 inquéritos realizados, questionário este constituído por 10 perguntas fechadas e uma pergunta aberta, divididas em 3 secções.

Em termos de estrutura, este inquérito tem, então, uma primeira secção constituída por campos de identificação (faixa etária e género), a segunda questiona a percepção da qualidade da paisagem sonora e ambiental do parque e a terceira é relativa ao uso do parque, à importância de alguns aspetos e apresenta uma avaliação final.

Convém referir que a 2ª secção foi realizada de acordo com a Norma Portuguesa NP 4476:2008 que é referente à *Avaliação da incomodidade devida ao ruído por meio de inquéritos sociais e sócio-acústicos*.

Em termos de conclusões tiradas através dos inquéritos feitos, pôde-se constatar que os jardins e parques estudados são frequentados maioritariamente por uma população envelhecida que se encontra habituada/conformada com o tipo de ruído existente nos mesmos, pelo que os classifica como tranquilos (51).

Em 2015, Rodrigues, também incluiu na sua tese de mestrado um questionário para análise subjetiva de cada jardim estudado (jardim do Príncipe Real, o jardim da Estrela e o jardim da Fundação Calouste Gulbenkian) por parte dos seus visitantes. Em cada um dos jardins foram escolhidas 20 pessoas de forma aleatória, chegando-se ao final com uma amostra total de 60 inquéritos respondidos. Para a realização deste inquérito não foi tida em conta nenhuma normalização.

Estruturalmente o questionário encontra-se dividido em três partes distintas, sendo que a primeira parte é dedicada ao estudo da frequência de visita, do tempo de permanência e ao motivo pelo qual as pessoas visitam o jardim. Na segunda parte do inquérito pretende-se o estudo da qualidade geral do jardim e na terceira avalia-se a percepção sonora dos visitantes do jardim.

Para além destas três secções, no final do inquérito, existe ainda uma parte adicional para preenchimento que serve para a identificação do entrevistado.

Os resultados obtidos permitiram mostrar que, em geral, os visitantes dos três jardins/parques analisados se encontram satisfeitos com os elementos visuais e com os sons das fontes sonoras dos mesmos, ao contrário do que acontece com o ruído proveniente dos transportes (52).

3.3.4 INCOMODIDADE

Em 2013, Anjos, realizou um questionário que pretende avaliar a percepção do conforto acústico no interior das habitações pelos seus habitantes. Para tal, o seu desenvolvimento constou da distribuição deste pelas caixas de correio de três empreendimentos de Lisboa. Este inquérito foi feito a 89 moradores, foi desenvolvido no âmbito da ação Cost TU0901 e teve por base a norma ISO/TS 15666.

No que diz respeito à sua estrutura, o inquérito subdivide-se em três secções, uma referente aos dados pessoais dos inquiridos, outra para avaliar a percepção ao ruído e, finalmente, outra para medir a sensibilidade dos mesmos ao ruído.

Através da análise das respostas ao questionário, o autor concluiu que a legislação sobre os requisitos acústicos dos edifícios deveria ser construída em função do bem-estar das pessoas e, portanto, tendo em conta as suas sensibilidades, permitindo, assim, a construção de soluções com condições de conforto acústico mais satisfatórias. Apesar de deste estudo terem resultado alguns indicadores importantes constatou-se também que seria benéfico no futuro um estudo com uma amostra maior de forma a conseguirem-se resultados mais consistentes e representativos (53).

Outro questionário analisado, de Silva, *et al.*, realizado em 2013, teve como principal objetivo relacionar a incomodidade de vários ruídos que afetam o conforto dos ocupantes de uma habitação e a sua elaboração teve em conta, mais uma vez, os princípios da norma portuguesa NP 4476:2008. Este inquérito foi dirigido a pessoas residentes em Portugal com acesso à internet e contou com uma amostra de 784 respostas. Apesar de não haver uma subdivisão explícita no inquérito pode-se constatar que da questão 1 à questão 7 faz-se uma caracterização da amostra inquirida, nas questões 8, 9 e 10 avalia-se a percepção e a incomodidade causada pelo ruído e nas duas últimas, fazem-se questões relativas ao isolamento ao ruído.

Com base nos resultados deste estudo, foi possível validar o método de classificação acústica de edifícios habitacionais usada em Portugal. Esta classificação envolve a quantificação de variados descritores regulamentares, através de coeficientes de ponderação associados a índices de comportamento acústico, permitindo, assim, tirar ilações sobre a importância relativa de cada um no que diz respeito à apreciação global da qualidade acústica de cada habitação. Para além disso, verificou-se que as pessoas sentem dificuldades em avaliar a incomodidade causada por um determinado ruído, mas ainda mais quando lhes é pedido para avaliarem a importância do seu isolamento. Finalmente, constatou-se que os ruídos provenientes de espaços comerciais e de habitações vizinhas assumem uma maior relevância quando comparados com outros ruídos e ainda que uma maioria considera que o ruído existente entre zonas de estar e quartos no interior da habitação se revela nada incomodativo (54).

MILFORD, I. *et al.*, em 2016, através de um inquérito na Noruega, tiraram conclusões acerca da qualidade acústica das casas e estabeleceram uma correlação com um estudo realizado com base em medições de isolamento sonoro feitas em 600 moradias. A este questionário responderam 702 residentes.

O questionário consistiu em 35 questões diferentes, além de informações básicas sobre os entrevistados. As perguntas podem ser agrupadas como:

- - Pontuação de incomodidade em relação ao ruído dentro e fora da habitação

- - Sensibilidade ao ruído
- - Pontuação de incomodidade em relação a fontes especiais de ruído (equipamento de serviço, vizinhos, tráfego rodoviário, etc.)
- - Restrições ao comportamento próprio para não incomodar os outros
- - Vontade de pagar por uma habitação com melhor isolamento sonoro

Estas questões foram formuladas tendo em consideração a ISO/TS 15666, pelo que as questões se apresentaram de acordo com a seguinte forma:

“Thinking about the last 12 months, when you are at home, how much are you annoyed of noise from ...? Not at all – Slightly – Moderately – Very – Extremely”.

Analisados os questionários chegou-se à conclusão que entre o ruído de impacto, o ruído do tráfego e os ruídos da música e da fala, são os primeiros dois casos aqueles que causam mais incómodo. Por outro lado, também se constatou que, de uma forma geral, as pessoas têm em atenção a incomodidade causada por eles próprios aos seus vizinhos, aquando da realização das diversas atividades do quotidiano, e que, por isso, têm a preocupação de restringirem, em certa medida, a forma como realizam essas mesmas atividades, de forma a incomodar o menos possível.

O facto de, para além das respostas aos questionários também se terem realizado medições de campo, no que diz respeito ao isolamento sonoro de 600 moradias permitiu, por sua vez, o estabelecimento de correlações entre a exposição-efeito e o incómodo provocado por ruídos de impacto e ruídos aéreos. Relativamente ao isolamento sonoro aéreo verificou-se que a diferença de nível padronizada DnT, w apresentou uma melhor correlação na maioria dos casos e que o termo de adaptação do espectro de baixa frequência (incluindo 50 Hz) não melhorou a correlação, exceto em relação à música com baixo e bateria. Para o som de impacto, os resultados foram fortemente a favor do termo de adaptação do espectro de baixa frequência (incluindo frequências até 50 Hz), uma vez que sem isso não havia correlação com a resposta subjetiva. Posto isto, pode-se considerar que com este projeto se chegou à constatação de que a escolha dos limites de isolamento sonoro deve ser feita de acordo com o incómodo (55).

3.3.5 RUÍDO DE CONSTRUÇÃO

O penúltimo documento consultado para este estudo foi a dissertação elaborada por Lago, E., em 2017. O questionário realizado neste trabalho pretendia avaliar a incomodidade percebida pelas pessoas relativamente ao ruído existente no espaço envolvente de uma obra (empresas e vizinhança), mais propriamente nas que ocorrem no bairro da Boa Viagem em Recife – Pernambuco, Brasil. Participaram 500 pessoas no questionário, mas só 455 é que foram considerados válidos. Assim, este inquérito subdividiu-se em duas partes diferentes, uma dirigida à Empresa/empreendimento (obras) e outra à vizinhança. A parte relativa à empresa é constituída por duas secções: caracterização da empresa e caracterização do empreendimento. Já a parte relativa à vizinhança, que é o questionário sócioacústico propriamente dito, tem três secções: identificação do local da coleta, perfil do entrevistado e percepção do ruído. As perguntas dos questionários foram feitas tendo em conta a ISO TS 15666:2300.

Através do mesmo percebeu-se que o tempo que se morava naquela habitação, a distância, a idade e o rendimento familiar associado às fases da obra são fatores que influenciam a incomodidade sentida pelos indivíduos. Demonstrou-se também que, apesar de as pessoas se sentirem incomodadas pelo ruído, não percebem claramente de onde é que este surge, pois, o ruído existente é a mistura dos ruídos existentes

nesse ambiente. No entanto, verificou-se que quando surge uma obra nova, as pessoas atribuem o ruído sentido a essa mesma fonte.

Tendo isto como ponto de partida, espera-se o desenvolvimento de mapas de ruído para a cidade em causa como forma de melhoria da monitorização, fiscalização e planeamento urbano (56).

O último documento analisado é de Lopes, T., realizado em 2017 para avaliação da perceção do ruído urbano que se sente na cidade do Porto e incluiu duas fases: uma de pré teste e a fase de implementação nos oito locais escolhidos para o estudo nos quais se obtiveram 440 respostas.

O inquérito incluía cinco secções, entre elas, dados sociodemográficos, perceção do ruído em função da relação do inquirido com a cidade, satisfação com a cidade e o local, ruído e caracterização do ambiente sonoro do local e, finalmente, efeitos do ruído.

Em termos de conclusões e visto que os questionários realizados pretendiam também ser comparados com medições sonoras feitas nos locais em estudo, constatou-se que nem sempre os locais mais ruidosos são aqueles que provocam mais incomodidade nas pessoas. No geral considerou-se que o ambiente sonoro do Porto é caracterizado como estando num nível médio e o Parque da Cidade foi o local com maior satisfação acústica, ao contrário da Rotunda da Boavista que foi considerado o pior. Para além disso, também se chegou à conclusão que a perceção do ruído varia não só de pessoa para pessoa, mas também com a relação que cada uma delas estabelece com a cidade, os visitantes, por exemplo, mostram-se muito menos incomodados quando comparados com os não-visitantes.

Outra constatação deste estudo foi que o ruído afeta muito a qualidade de vida, a saúde, o desempenho profissional e a comunicação entre as pessoas (57).

3.3.6 RUÍDO FERROVIÁRIO

Um dos documentos que serviu de base para a estruturação do inquérito que se realizou foi o artigo elaborado por Zannin, P. & Bunn, F., em 2014. Este artigo descreve um estudo da incomodidade causada pelo ruído ferroviário da cidade de Curitiba. Para tal, além de mapas de ruído recorreu-se a inquéritos dirigidos aos moradores dos bairros dessa cidade que eram atravessados pela linha ferroviária, tendo-se obtido 130 respostas.

Quanto às perguntas que constavam no inquérito, os residentes foram convidados a avaliar se, desde que começaram a habitar nesse local, o ruído tinha aumentado, diminuído ou permanecido igual; qual era a intensidade do ruído percebido; a incomodidade induzida; a sua opinião sobre os efeitos do ruído na saúde humana e sobre o tipo de efeitos que sentiam; qual o período do dia em que o ruído se torna mais incómodo e lhes causa insónias.

Nas respostas os moradores relataram que se sentem afetados pelo ruído da linha ferroviária, nomeadamente porque lhes causa irritabilidade, dores de cabeça, má concentração e insónias, refletindo mesmo que a poluição sonora noturna é a que mais perturba (26).

3.3.7 FATORES A CONSIDERAR NA ELABORAÇÃO DOS INQUÉRITOS A REALIZAR

Pelos inquéritos analisados conseguiu-se constatar que existem bastantes pontos em comum entre os mesmos, mas que também cada um apresenta as suas próprias particularidades, consoante o âmbito do estudo que se pretende com cada um deles.

Pode-se afirmar que a maioria dos inquéritos sócioacústicos realizados se baseiam na norma ISO/TS 15666:2003, a que corresponde a versão portuguesa NP 4476:2008. Apresentam uma parte onde se recolhem os dados socioeconómicos dos inquiridos, de forma a caracterizar o público-alvo do inquérito, possuem uma secção relativa à percepção sonora dos inquiridos no local onde se está a fazer a avaliação, estando esta secção, na maioria das vezes, dividida em duas: uma onde se avalia a percepção sonora no momento da resposta ao inquérito e outra referente à percepção sonora num período mais alargado e, no caso de se pretende perceber a incomodidade causada por uma determinada fonte nos residentes da sua envolvente, existe normalmente uma parte referente à localização e às características das habitações. Finalmente, costuma haver uma secção referente às consequências e efeitos do ruído percecionado pelos inquiridos, havendo nalguns casos perguntas sobre as atitudes que as pessoas tomaram perante esses efeitos.

É claro que consoante o objetivo de cada um dos inquéritos e de quem os elabora, as perguntas de cada secção variam de inquérito para inquérito.

3.4 Estrutura dos inquéritos a realizar

Analizados os inquéritos sócioacústicos já realizados e apresentado aquilo que há de comum e de diferente em cada um deles, passou-se, então à elaboração de dois questionários, semelhantes entre si, para a recolha de dados relativamente à incomodidade causada pelas campanhas de passagem de nível.

Elaborados em português e ambos subdivididos em sete secções, formulou-se um inquérito para ser difundido *online* e outro para se fazer porta-a-porta nas zonas envolventes das passagens de nível onde se iriam fazer medições acústicas às campanhas. Relativamente às questões contempladas nos inquéritos, esclarece-se que para além das questões sobre a incomodidade sentida pelas pessoas também se consideraram perguntas sobre as condições socioeconómicas, outras fontes de ruído, problemas de saúde, localização, tipo e características do edifício a que corresponde o inquérito, atitudes já tomadas para contornar o problema e respetivos efeitos e, ainda, sobre opinião de quem deveria ser a responsabilidade de resolver o problema.

A estrutura do inquérito porta-a-porta encontra-se apresentada no Anexo I. Por outro lado, o inquérito *online*, quando comparado com o inquérito porta-a-porta, apresenta algumas diferenças referentes ao facto de o inquérito *online* possuir algumas perguntas adicionais relativas à localização do inquirido e à passagem de nível mais próxima. Estas diferenças entre os dois inquéritos foram criadas com o objetivo de permitir, no caso do inquérito porta-a-porta, uma maior interação e percepção daquilo que está a acontecer e de como os inquiridos se sentem e se comportam perante isso, e no inquérito *online*, chegar a um maior número de pessoas e a zonas mais dispersas em termos de localização.

Realça-se o facto de antes de terem sido lançados e divulgados de forma oficial os inquéritos terem ocorrido duas fases de teste e validação por meio da análise dos mesmos por parte de uma especialista em inquéritos (não especialista em acústica) e pela partilha com algumas pessoas conhecidas (também não especialistas em acústica), de forma a comprovar se as perguntas estavam perceptíveis para todos.

Terminada esta fase, que ocorreu em abril de 2018, e feitas as alterações para melhoria dos inquéritos procedeu-se então à divulgação do inquérito *online* por email e através das redes sociais e começaram-se a fazer os inquéritos porta-a-porta nas envolventes das campanhas das passagens de nível medidas

acusticamente. O estudo final sucedeu-se durante os meses de maio, junho e julho de 2018, durante a semana e aos fins-de-semana.

4

ANÁLISE DAS RESPOSTAS AOS INQUÉRITOS

No presente capítulo resumem-se as respostas obtidas nos dois inquéritos, analisadas em separado, dada a falta de conhecimento específico sobre os locais referidos no inquérito *online*.

4.1 Inquérito porta-a-porta

4.1.1 RESULTADOS POR LOCAL DE INQUÉRITO

Foram realizados inquéritos presenciais em 10 locais, coincidentes ou nas imediações de passagens de nível com campanhas de aviso em funcionamento, para os quais também se realizaram medições de ruído ambiente, com a campanha em funcionamento.

Obtiveram-se 37 respostas que se repartem, territorialmente, conformem mencionado no Quadro 2.

Quadro 2 – Repartição territorial das respostas aos inquéritos porta-a-porta

Localização	Número de respostas	Localização	Número de respostas
Francelos	8	Silvalde	3
Miramar	5	Pedras Rubras	8
Aguda	3	Vilar do Pinheiro	2
Granja	3	Modivas Sul	2
Espinho	2	Mindelo	1

Seguidamente apresentam-se os principais resultados obtidos, assim como a interpretação que pode ser atribuída aos mesmos, tendo em atenção os objetivos da presente dissertação. A apresentação dos resultados é feita segundo a localização das campanhas.

Francelos (PN do pk 325,417 da Linha do Norte)

Junto à passagem de nível de Francelos foram inquiridas oito pessoas, nas localizações indicadas na Figura 21.



Figura 21 - Localização de onde foram feitos os inquéritos e da passagem de nível de Francelos

Das respostas aos inquéritos, começou-se por se fazer uma caracterização geral da amostra em termos de condições socioeconómicas.

Através das respostas aos inquéritos é possível perceber que a amostra é constituída por quatro pessoas do sexo feminino e quatro pessoas do sexo masculino, onde a maioria é de nacionalidade portuguesa, havendo, no entanto, uma pessoa de nacionalidade alemã. No seu conjunto, a amostra apresenta pessoas com idades compreendidas entre os 40 e os 70 anos, sendo que a maioria tem idades na faixa etária dos 45-64 anos. Em termos de atividade profissional e de habilitações verifica-se que se trata de uma amostra com um elevado grau de instrução, dado que todos apresentam um nível de escolaridade igual ou superior ao Bacharelato ou Licenciatura pós-Bolonha, e que apenas duas das pessoas se encontram sem ocupação (desempregado e reformado). Quanto ao local onde foi feito o inquérito são todos moradias e propriedades pessoais.

Relativamente a problemas de saúde, constatou-se que a maioria se considera saudável, havendo, contudo, uma pessoa que sofre de diabetes e de problemas de tensão arterial e outra que sofre de insónias.

Posto isto, e dado que esta dissertação, mais propriamente os inquéritos realizados pretendem avaliar a influência do ruído proveniente das campanhas de passagem de nível na qualidade de vida das pessoas da sua envolvente, questionaram-se as pessoas que afirmavam sofrer de alguma doença se sentiam que o ruído tinha alguma interferência nesses mesmos problemas e averiguou-se o período de tempo ao qual os inquiridos da PN de Francelos se encontram sujeitos às condições da envolvente da passagem de nível (Figura 22).

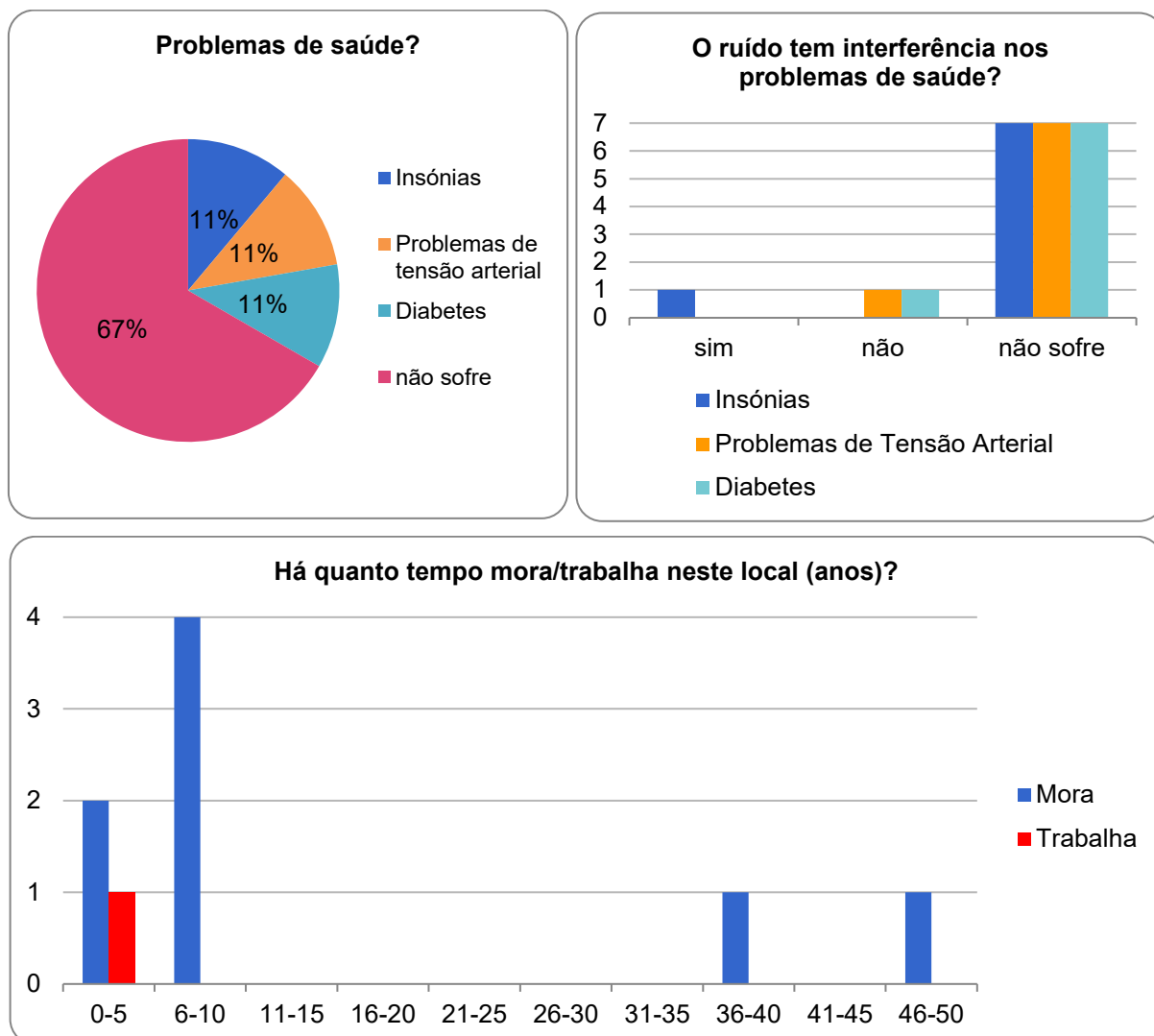


Figura 22 - Interferência do ruído nos problemas de saúde e período de exposição à envolvente da PN de Francelos

Através da análise da Figura 22 percebe-se que o problema de saúde onde os entrevistados reportam uma maior influência do ruído são “insónias”. A pessoa que sofre desta doença é a de nacionalidade alemã.

De forma a começar a tirar ilações sobre o período de exposição ao ruído das campainhas por parte das pessoas inquiridas fizeram-se perguntas sobre a sua relação com o local onde foi inquirida (local onde mora/trabalha) e há quanto tempo é que permanece sujeita às condições da envolvente da passagem de nível.

Para além disso, é possível verificar também que tanto foram inquiridas pessoas que já moram/trabalham junto à passagem de nível de Francelos há muito tempo (mais de 36 anos) como outras que se mudaram recentemente para este local (menos de 10 anos). Realça-se o facto de existir um inquirido que trabalha e reside no mesmo edifício, pelo que à partida se pode considerar que será aquele que se encontra sujeito às condições da envolvente da passagem de nível durante mais tempo, por dia. Para agravar a situação,

e atendendo ao facto de sofrer de insónias, também é a pessoa que se encontra mais próxima da passagem de nível.

Posto isto, tentou-se perceber se havia alguma correlação entre as divisões das moradias que se encontravam viradas para a via férrea e as divisões onde as pessoas se sentiam mais incomodadas pelo ruído.

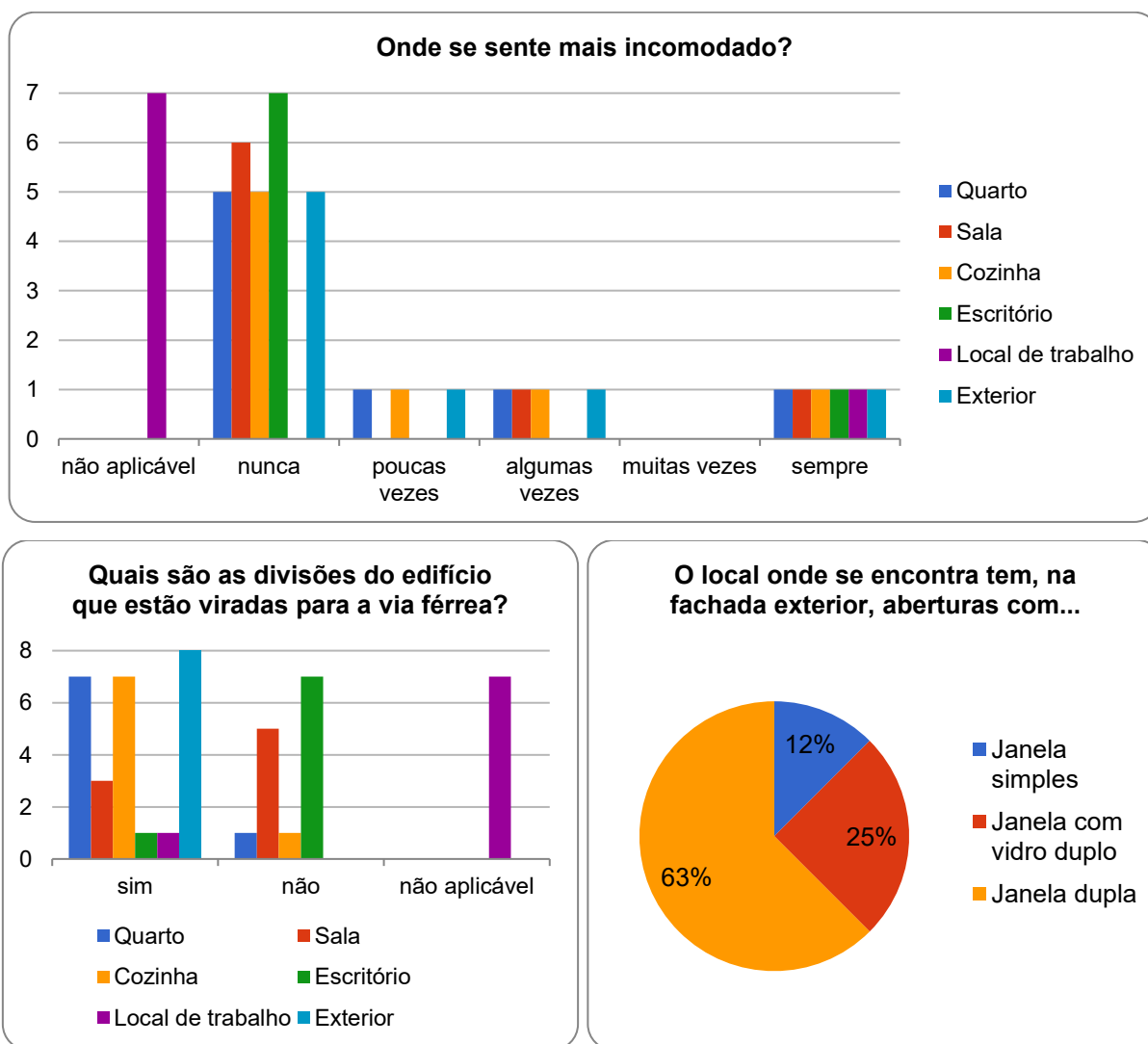


Figura 23 – Avaliação da correlação entre a posição relativa das divisões dos edifícios em relação à via férrea de Francelos e a incomodidade sentida em cada uma delas

Tendo em conta as respostas apresentadas na Figura 23 é possível verificar que apesar de sete das oito casas visitadas apresentarem o quarto e a cozinha virados para a via férrea a maioria não se sente incomodado, havendo, contudo, uma pessoa que se sente sempre incomodada, uma algumas vezes e outra poucas vezes.

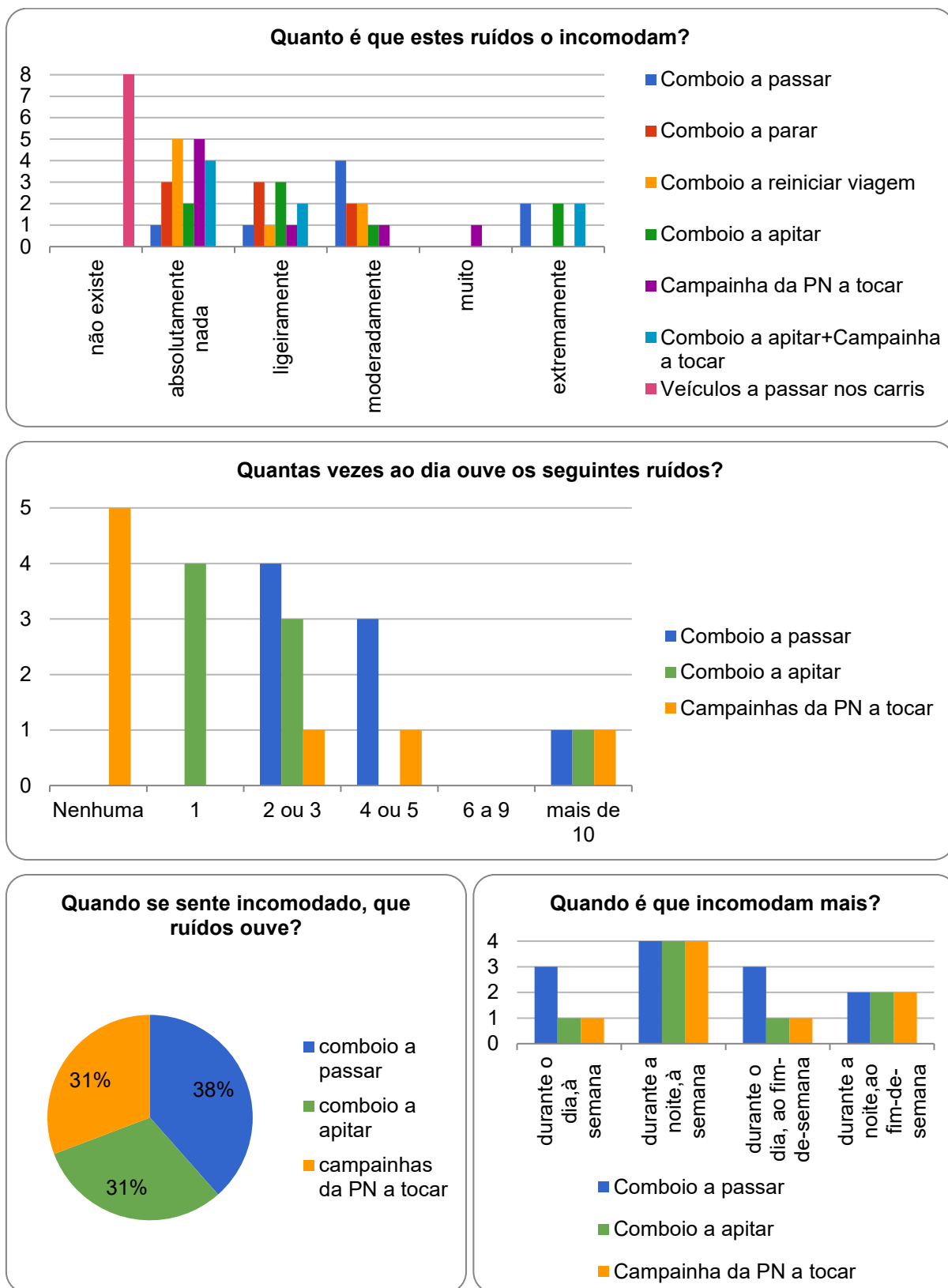


Figura 24 - Determinação de quais os ruídos que induziam maior incomodidade junto à PN de Francelos

Relativamente à divisão sala, existem casas em que está virada para a via férrea e outras em que não. Apesar de à semelhança do quarto a maioria não se sentir incomodado com o ruído, há uma pessoa que se sente sempre incomodada e outra poucas vezes.

Quanto ao escritório, também sete das oito casas apresentam o escritório virado para a via férrea. Em termos de incomodidade, apenas uma pessoa se revelou sempre incomodada, que corresponde à pessoa que habita e trabalha no mesmo local.

Finalmente, constata-se também que todas as moradias apresentam espaço exterior e que todos eles estão virados para a via férrea, havendo, no entanto, apenas três pessoas que manifestam incomodidade perante o ruído, variável entre poucas vezes, algumas vezes e sempre. Para além disso, a maioria exibe a fachada exterior com janelas duplas, seguindo o reporte de fachadas com janelas de vidro duplo.

Curiosamente, dos indivíduos que mostraram alguma incomodidade devida ao ruído, não é o indivíduo da moradia com janelas simples na fachada aquele que se queixa mais do mesmo, mas sim um dos que tem na sua fachada vidro duplo. Na globalidade verifica-se que os inquiridos das moradias com janela dupla se queixam menos do ruído.

Avaliada a questão das divisões dos edifícios onde se verificava uma maior incomodidade, passou-se à determinação de quais os ruídos que induziam maior incomodidade (Figura 24).

Da Figura 24 constata-se que o ruído mais incomodativo corresponde ao comboio a passar e que o período no qual mais pessoas se sentem mais incomodadas é durante a noite, à semana.

Para além destes ruídos associados ao tráfego ferroviário, houve um inquirido que referiu como ruído adicional, que por vezes o importuna, o das máquinas de limpeza das ruas.

Também foi aferida a sensibilidade das pessoas ao ruído de uma forma geral e de uma forma mais específica, no que diz respeito ao ruído emitido pelas campainhas das passagens de nível, através de uma escala numérica de 0 a 10, onde o 0 correspondia a “nada sensível” e o 10 a “extremamente sensível”. Os resultados encontram-se na Figura 25.

Desta figura observa-se que a maior parte das pessoas, para o ruído em geral, seleccionou o número 5 ou mais na escala apresentada, pelo que se pode depreender que a maioria da amostra se considera sensível ao ruído, mas para o ruído das campainhas a maior parte das pessoas seleccionou um número inferior a 5. Realça-se o facto de haver três das oito pessoas que seleccionaram o 0, podendo-se daqui se pode aferir que a maioria da amostra não se considera incomodada pelo ruído das campainhas.

Relativamente aos resultados das perguntas referentes ao modo como o ruído emitido pelas campainhas incomoda as pessoas é possível confirmar aquilo que já foi referido anteriormente relativamente ao facto de a maioria das pessoas que constituem a nossa amostra não se sentir incomodada pelas campainhas. Existem, no entanto, uma a duas pessoas que afirmam que as campainhas interferem ligeiramente com a conversação, com a concentração no estudo/trabalho e que provocam dificuldades em descansar e em adormecer.

Por outro lado, no que diz respeito a medidas tomadas devido ao ruído proveniente destes dispositivos ninguém apresentou qualquer tipo de reclamação ou medida. Uma das inquiridas salientou, no entanto, que relativamente ao ruído do comboio, já tinha contactado a Câmara, a IP e a APA e que investiu em isolamento de fachada (janelas com vidro duplo). Ainda houve uma senhora que por causa do elevado desnível existente na passagem de nível para peões já tinha apresentado queixa.

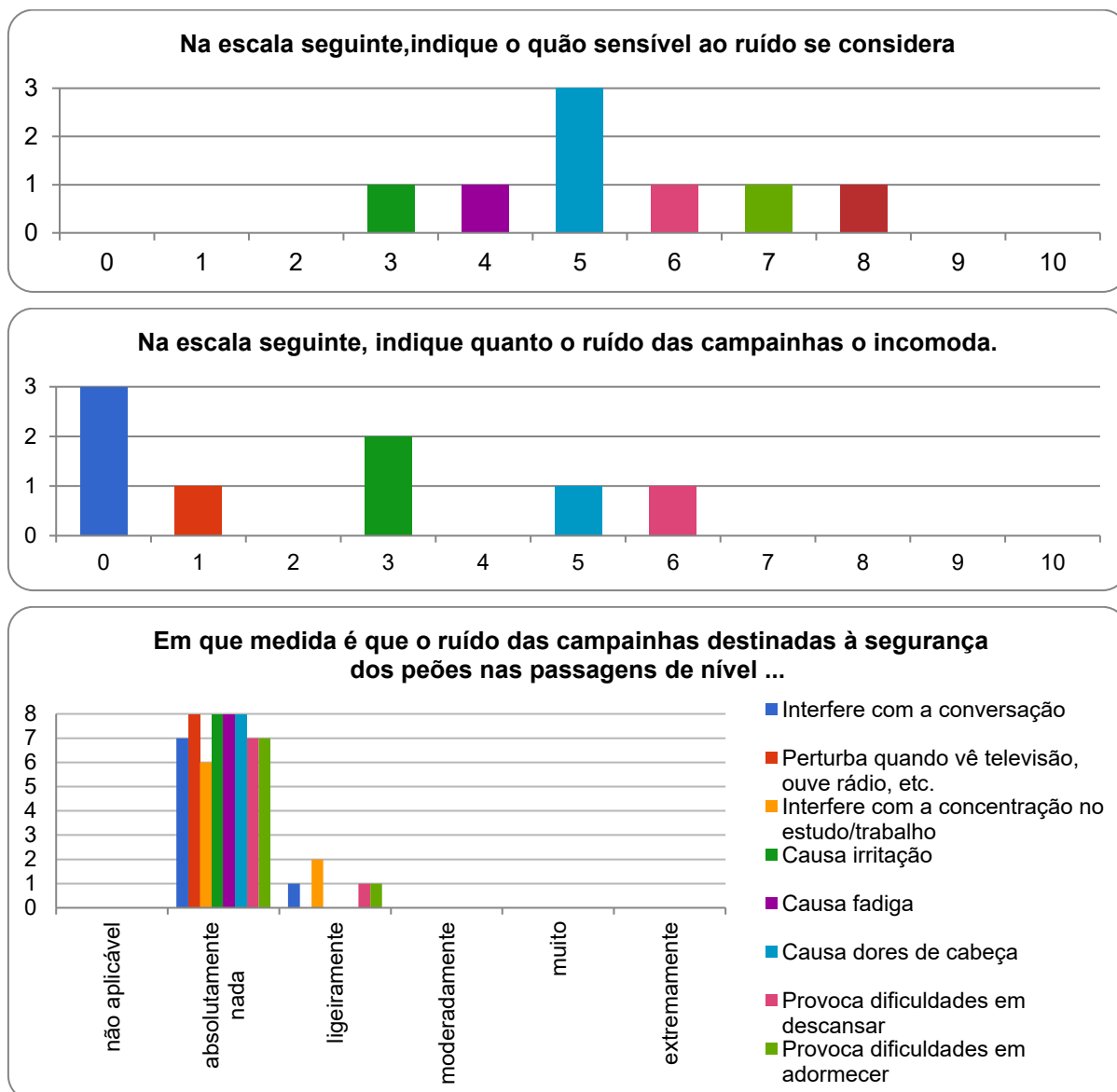


Figura 25 – Avaliação da incomodidade causada pelo ruído (em geral) e pelo ruído das campainhas na PN de Francelos

Miramar (PN do pk 323,850 da Linha do Norte)

Junto à passagem de nível de Miramar foram inquiridas cinco pessoas, nas seguintes localizações indicadas na Figura 26:

À semelhança do caso anterior começou-se por se fazer uma caracterização geral da amostra em termos de condições socioeconómicas.

A amostra é constituída por cinco indivíduos, dois do sexo feminino e três do sexo masculino, onde, apesar de a maioria ser de nacionalidade portuguesa, existe um de nacionalidade holandesa. As idades estão compreendidas entre os 30 e os 88 anos, mas a maioria pertence à faixa etária dos “65 ou +”, pelo

que se pode afirmar que esta é uma amostra mais envelhecida que a anterior. Relativamente à atividade profissional constata-se que a maioria se encontra reformado, o que vem de encontro ao que se mencionou anteriormente. Por outro lado, em termos de habilitações observa-se que se trata de uma amostra com algum grau de instrução, já que todos demonstram um nível de escolaridade igual ou superior ao 12º ano.

A respeito da identificação do tipo de edifício onde foi feito o inquérito todos são moradias, e apenas uma delas é propriedade arrendada.

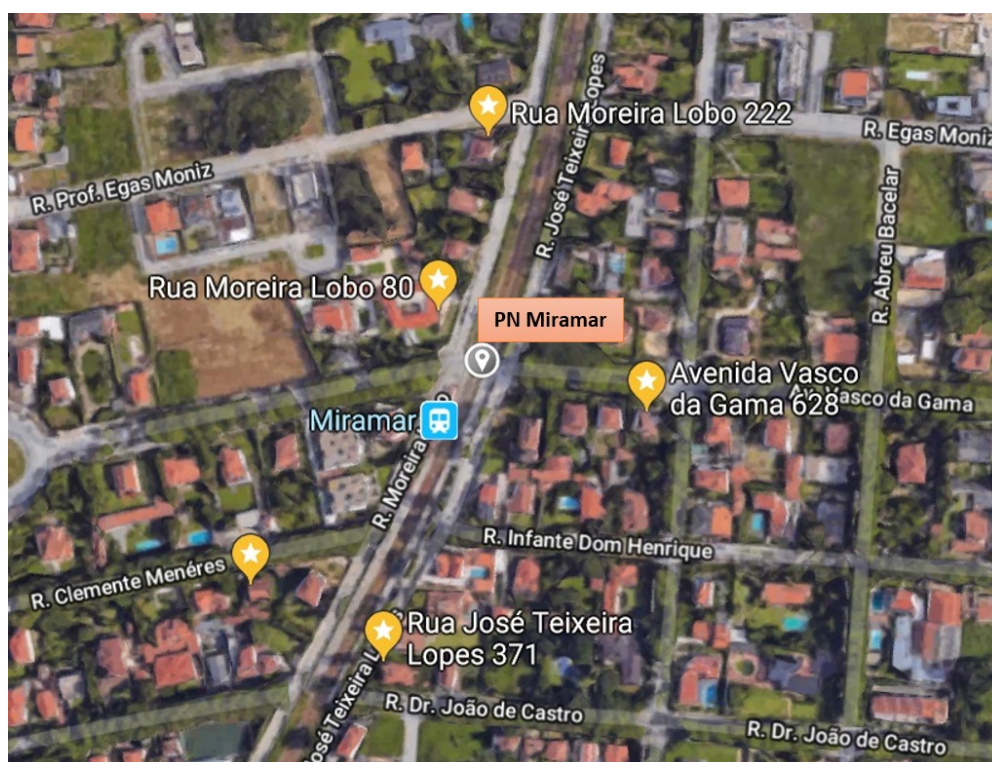


Figura 26 – Localização de onde foram feitos os inquéritos e da passagem de nível de Miramar

No que diz respeito aos problemas de saúde, a amostra apresenta-se, na sua maioria, como sendo saudável, já que apenas uma das pessoas afirmou que sofria de problemas de tensão arterial.

Posto isto, e dada a resposta do inquirido que sofria de problemas de tensão arterial, apresentada na Figura 27, averigua-se, mais uma vez, que o ruído não interfere com este problema de saúde. À semelhança do caso anterior também se fizeram perguntas sobre a relação de cada um dos inquiridos com o local onde foi realizado o inquérito (local onde mora/trabalha) e há quanto tempo é que permanece sujeita às condições da envolvente da passagem de nível.

A partir da Figura 27 é possível verificar que todos os inquiridos já moram/trabalham no local há um período de tempo considerável (todos há mais de 10 anos) e que existe uma pessoa que mora e trabalha no mesmo edifício, pelo que, à semelhança do que já se verificou anteriormente em Francelos, se pode considerar que será aquele que se encontra sujeito às condições da envolvente da passagem de nível durante mais tempo.

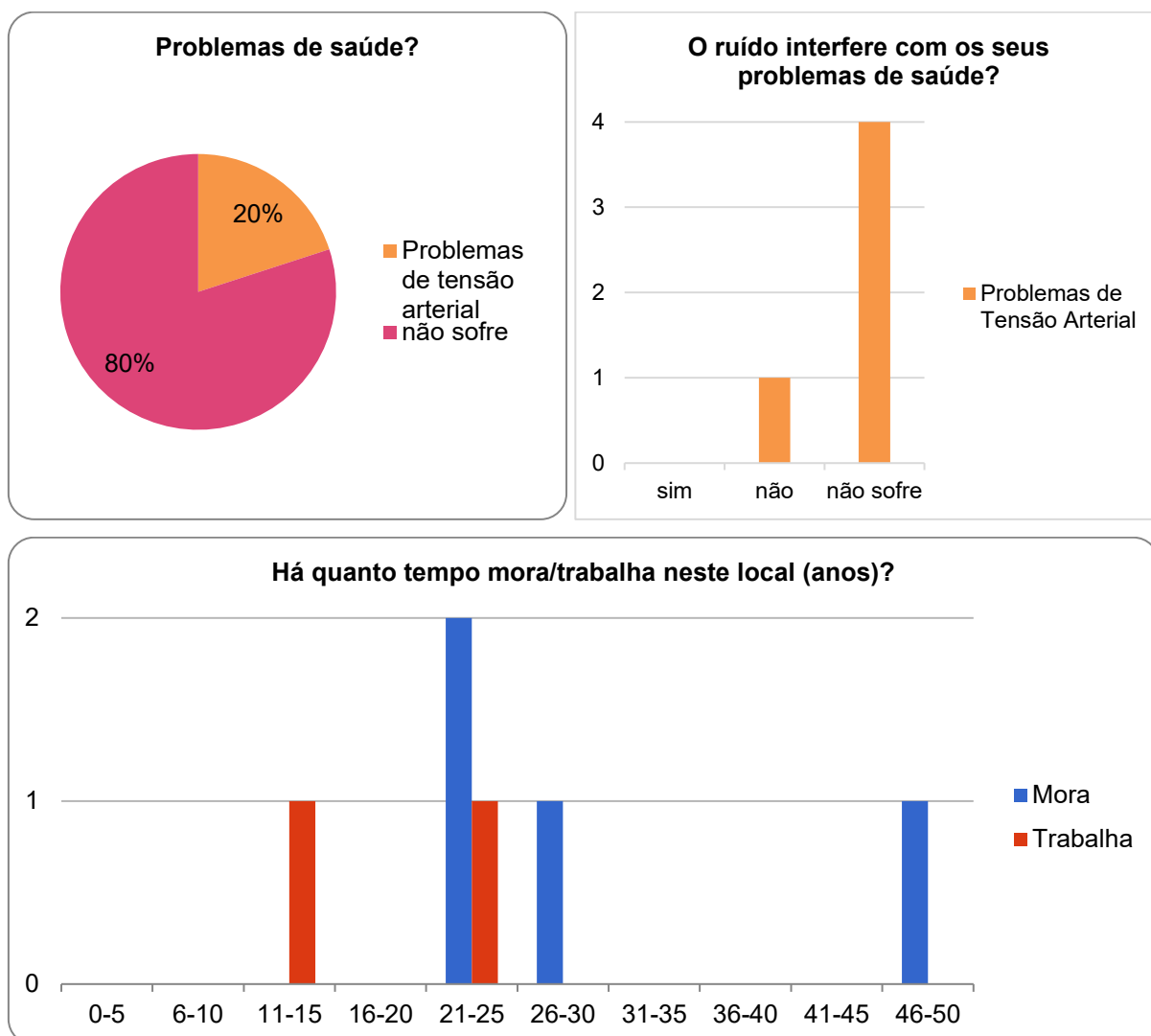


Figura 27 - Interferência do ruído nos problemas de saúde e período de exposição à envolvente da PN de Miramar

Para avaliar a relação existente entre as divisões dos edifícios que se encontram viradas para a via férrea e a incomodidade sentida pelas pessoas observe-se a Figura 28.

Tendo em conta as respostas apresentadas na Figura 28 é possível verificar que apesar de três das cinco casas exibirem o quarto e a sala virados para a via férrea a maioria nunca se sente incomodado, havendo, no entanto, duas pessoas que se queixaram de serem perturbados algumas vezes no quarto e uma pessoa muitas vezes na cozinha.

Quanto à cozinha, a maioria não a tem virada para a via férrea nem se sente incomodada com o ruído. Realça-se, contudo, que o único indivíduo que tem a cozinha virada para a via férrea se sente sempre incomodado.

A situação da divisão escritório relativamente à posição que apresenta em termos de orientação para a via férrea é semelhante à da cozinha. Quanto à incomodidade não existe ninguém que se sinta perturbado pelo ruído.

Relativamente ao local de trabalho, nenhum deles se encontra virado para a via férrea nem os inquiridos se sentem incomodados pelo ruído.

Finalmente, constata-se também que todas as moradias apresentam o espaço exterior virado para a via férrea, havendo, apenas duas pessoas que manifestam incomodidade perante o ruído, uma delas sempre e outra algumas vezes.

No que diz respeito à fachada exterior de cada uma das moradias onde foi feito o inquérito, verifica-se que a maioria exibe a fachada exterior protegida com janelas de vidro duplo ou janelas duplas, realçando-se, no entanto, o facto de, ainda assim, existirem duas moradias com janelas simples. Contrariamente ao que era expectável, os inquiridos das moradias com janelas simples foram aqueles que revelaram uma menor incomodidade.

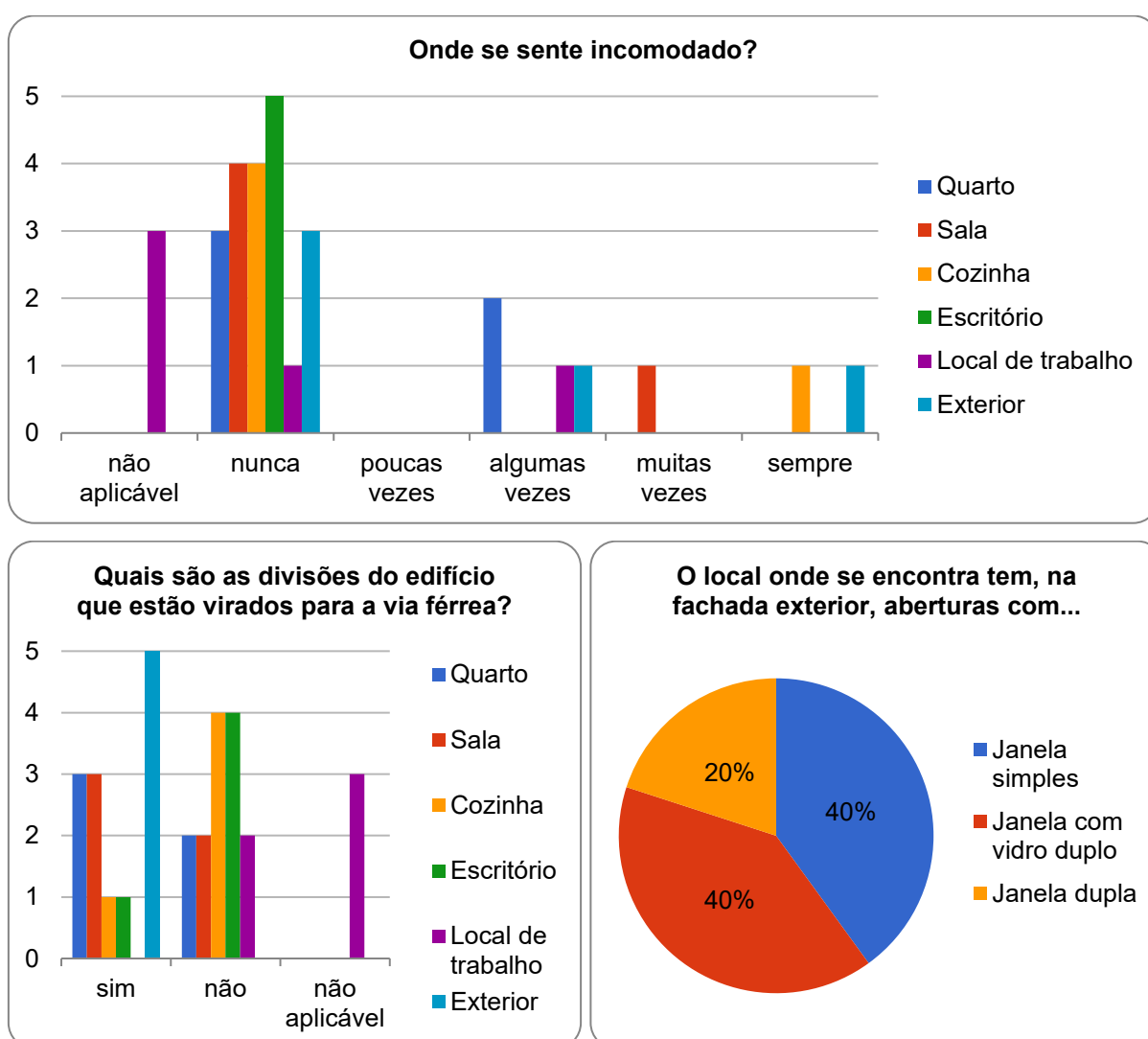


Figura 28 – Avaliação da correlação entre a posição relativa das divisões dos edifícios em relação à via férrea de Miramar e a incomodidade sentida em cada uma delas

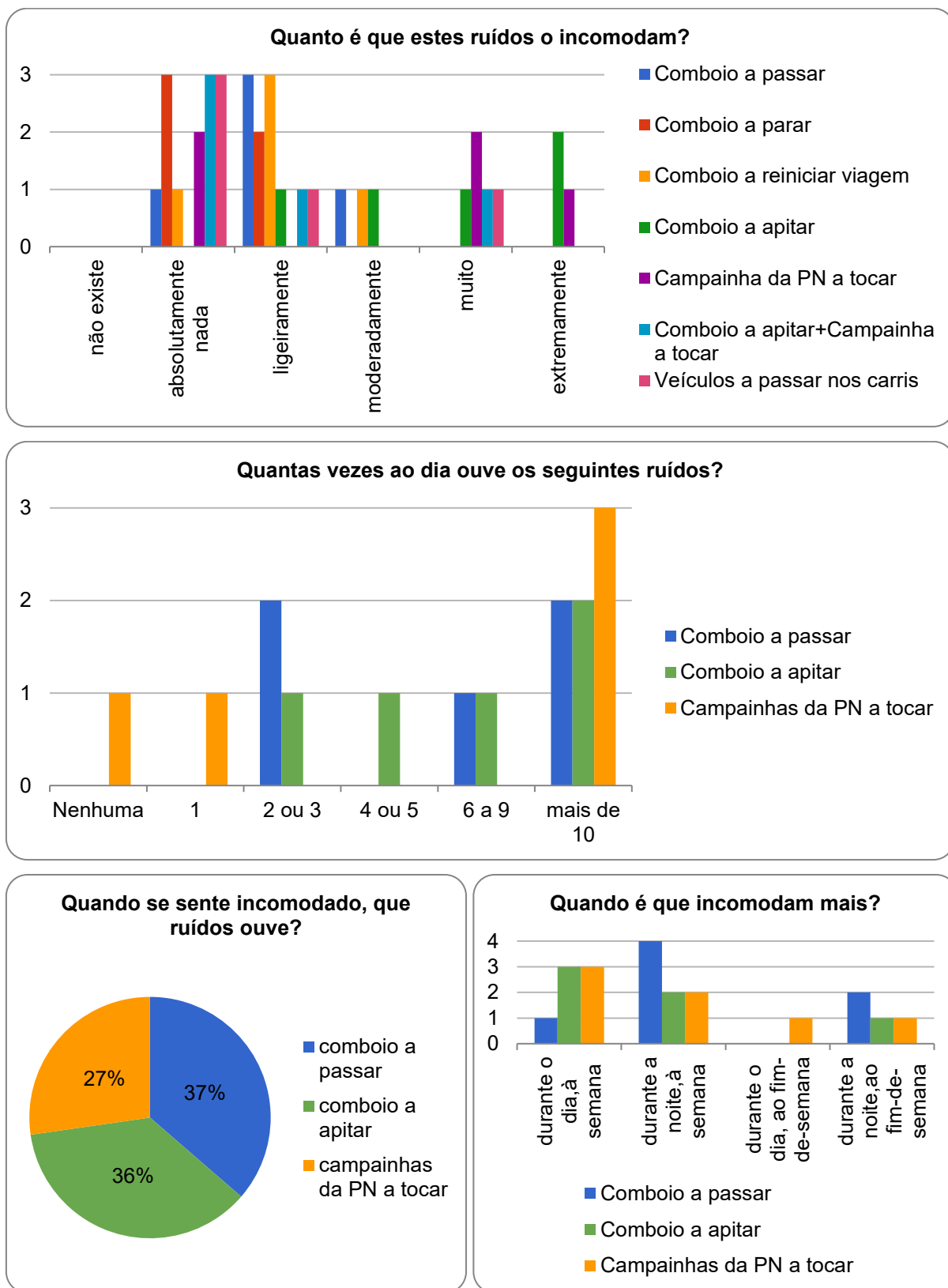


Figura 29 - Determinação de quais os ruídos que induziam maior incomodidade na PN de Miramar

Avaliada a questão das divisões dos edifícios onde se verificava uma maior incomodidade, passou-se à determinação de quais os ruídos que induziam maior incomodidade. Pela observação da Figura 29 constata-se que o ruído do comboio a apitar e das campainhas a tocar são aqueles que mais incomodam as pessoas e que o período no qual mais pessoas se sentem mais incomodadas é durante a noite, à semana.

Para além destes ruídos associados ao tráfego ferroviário, houve um inquirido que referiu dois ruídos adicionais, que por vezes o importuna, o dos cães a ladrar e o do tráfego automóvel da rua.

No que toca à aferição da sensibilidade das pessoas ao ruído, de uma forma geral, e ao que é emitido pelas campainhas, através da escala numérica de 0 a 10, e respetivas repercussões da sua exposição, resultou a Figura 30.

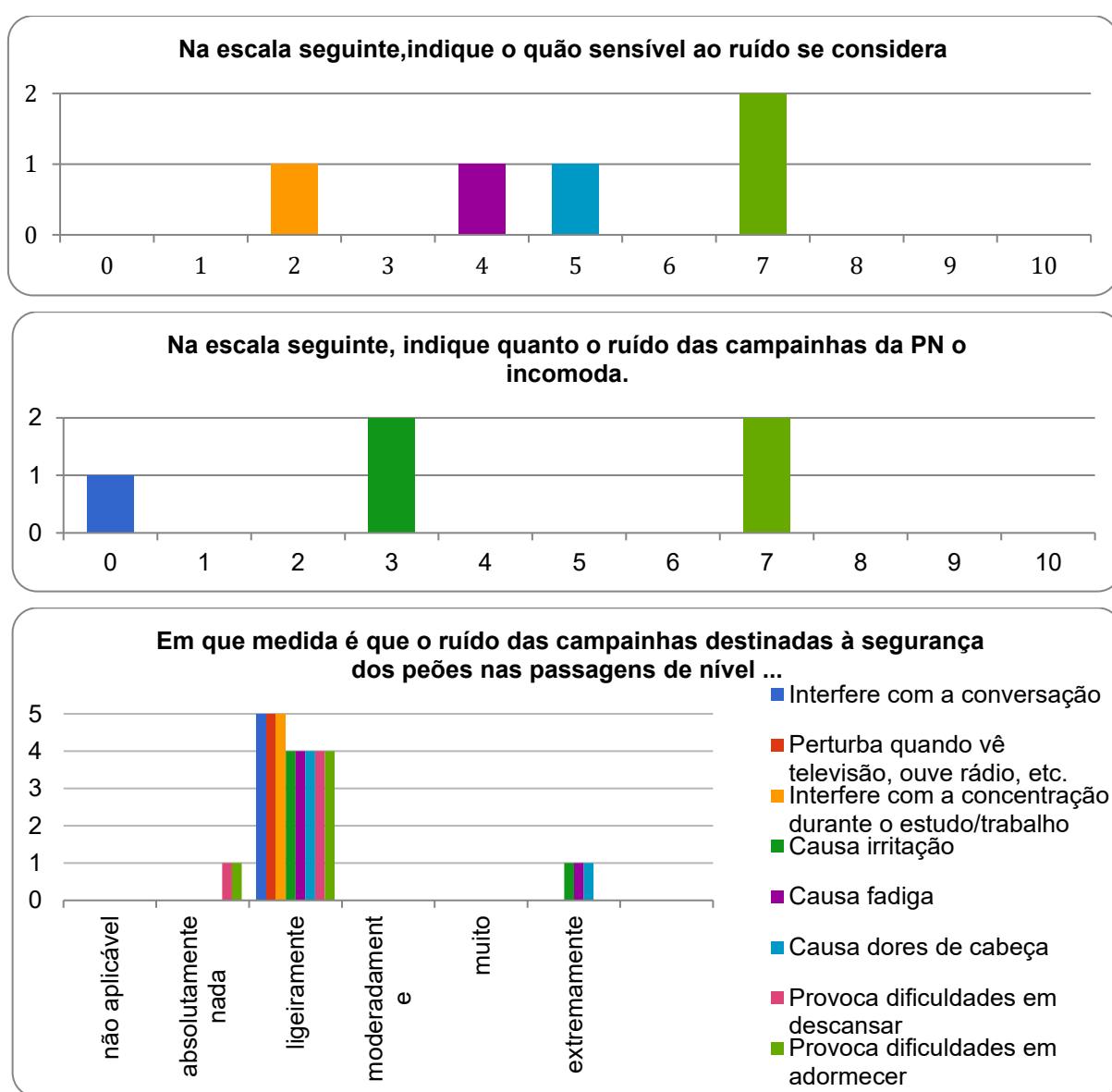


Figura 30 - Avaliação da incomodidade causada pelas campainhas na PN de Miramar

Através da Figura 30 é possível constatar que relativamente ao ruído em geral a maioria selecionou número iguais ou superiores a 5, pelo que se consideram sensíveis ao ruído e que quanto ao ruído das campainhas a maioria dos inquiridos selecionou números da escala inferiores a 5, pelo que se pode afirmar que a maioria não se sente incomodada. Importa, no entanto, realçar que duas pessoas selecionaram o número 7, pelo que se sente consideravelmente incomodadas.

Tendo isto em conta, passou-se a um esclarecimento maior das repercussões da exposição ao ruído das campainhas no dia-a-dia das pessoas. É possível verificar que a grande maioria das pessoas apenas afirma ser ligeiramente ou nada incomodada pelo ruído das campainhas, havendo, contudo, uma pessoa que se queixou e afirmou que o ruído das campainhas lhe causa irritação, fadiga e dores de cabeça.

Relativamente a medidas tomadas devido ao ruído proveniente destes dispositivos apenas houve uma pessoa que referiu que já tomou medicação por causa das dores de cabeça que o ruído das campainhas lhe provocava.

Aguda (PN do pk 321,702 da Linha do Norte)

Junto à passagem de nível da Aguda foram inquiridas três pessoas, nas localizações apresentadas na Figura 31.

A amostra inquirida na envolvente da passagem de nível da Aguda é constituída por três indivíduos do sexo feminino, portugueses, com idades pertencentes à faixa etária dos 45-64 anos.

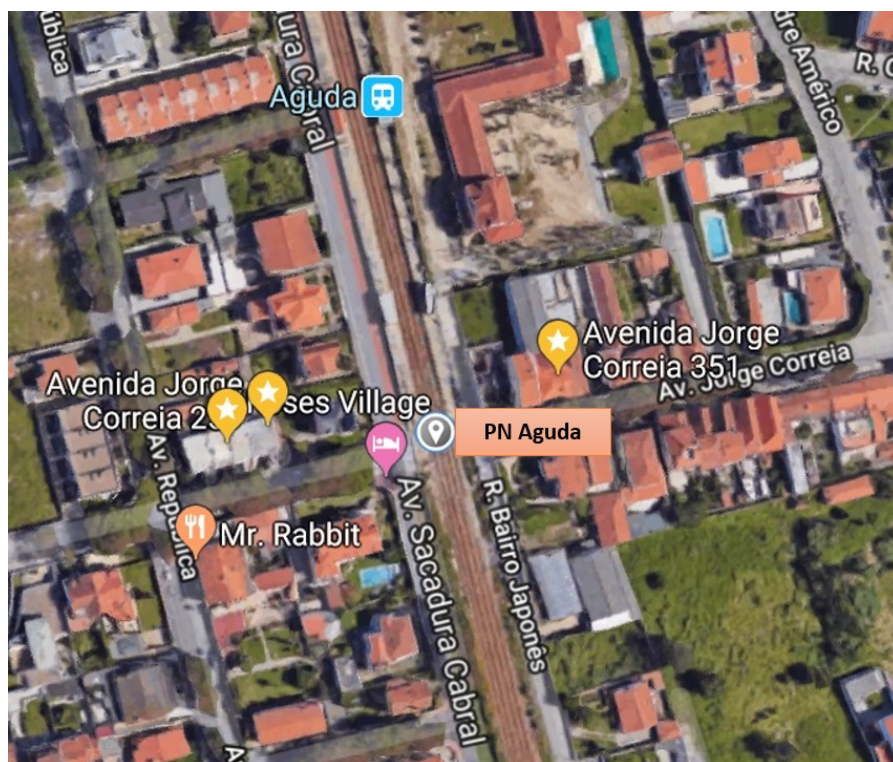


Figura 31 - Localização de onde foram feitos os inquéritos e da passagem de nível de Aguda

Em termos de habilitações percebeu-se que dois dos indivíduos têm algum grau de instrução, já que indicaram como nível de escolaridade a Licenciatura pré-Bolonha, mas por outro lado existe um indivíduo com apenas o 4º ano concluído. Apesar de tudo, todos eles se encontram empregados.

A respeito da identificação do tipo de edifício onde foi feito o inquérito tem-se duas moradias e um espaço comercial, todos eles propriedades pessoais.

Relativamente a problemas de saúde, existe um indivíduo que sofre de problemas de tensão arterial e os outros 2 são saudáveis. Tal como nos casos anteriores, constatou-se, pela Figura 32, que o ruído não interfere com os problemas de tensão arterial.

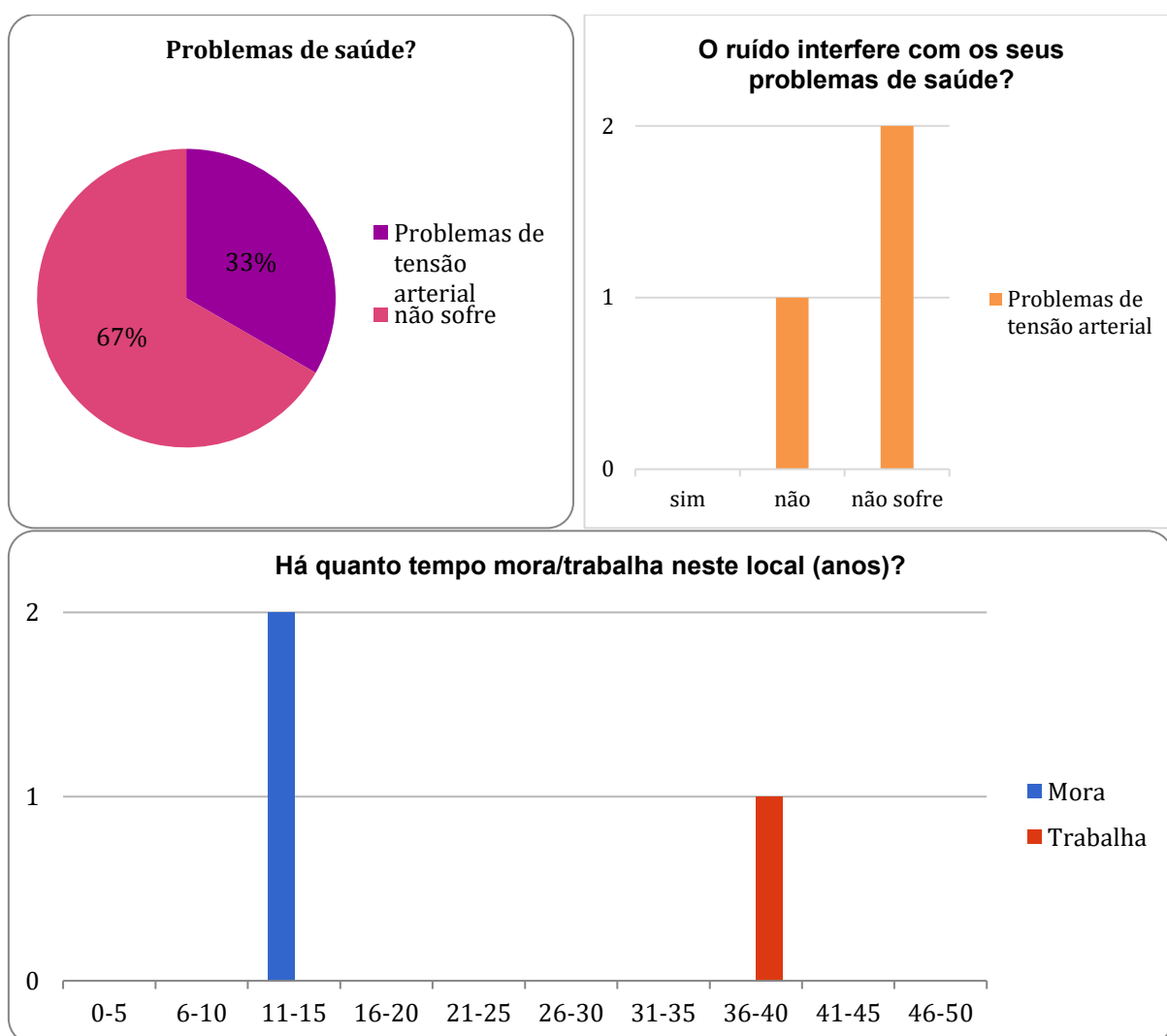


Figura 32 - Interferência do ruído nos problemas de saúde e período de exposição à envolvente da PN da Aguda

No que diz respeito à relação que cada um dos inquiridos estabelece com o local onde foi realizado o inquérito (local onde mora/trabalha) e há quanto tempo é que permanecem sujeitos às condições da

envolvente da passagem de nível, verifica-se que dois dos inquéritos foram feitos no local de residência dos inquiridos e que outro foi realizado no local de trabalho. Para além disto, observa-se também que todos os indivíduos inquiridos já se encontram expostos à envolvente da passagem de nível há um período de tempo considerável (mais de 10 anos).

Para avaliar a relação existente entre as divisões dos edifícios que se encontram viradas para a via férrea e a incomodidade sentida pelas pessoas observe-se a Figura 33.

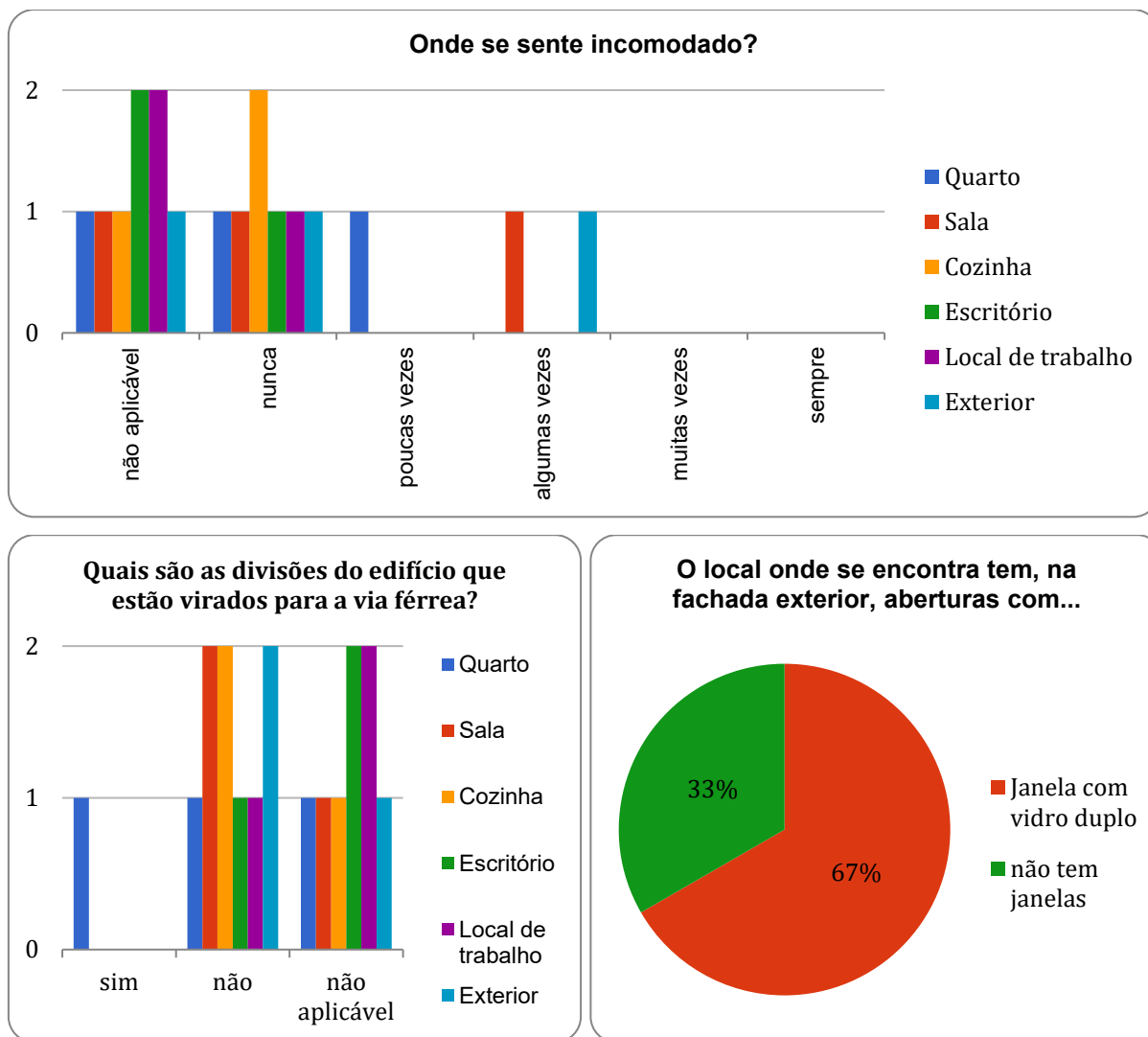


Figura 33 – Avaliação da correlação entre a posição relativa das divisões dos edifícios em relação à via férrea da Aguda e a incomodidade sentida em cada uma delas

Tendo em conta as respostas apresentadas na Figura 33 é possível verificar que no que toca às moradias, existe uma que tem o quarto virado para a via férrea e outra que não. Apesar disso, os inquiridos afirmam que nunca ou poucas vezes se sentem incomodados pelo ruído nesta divisão.

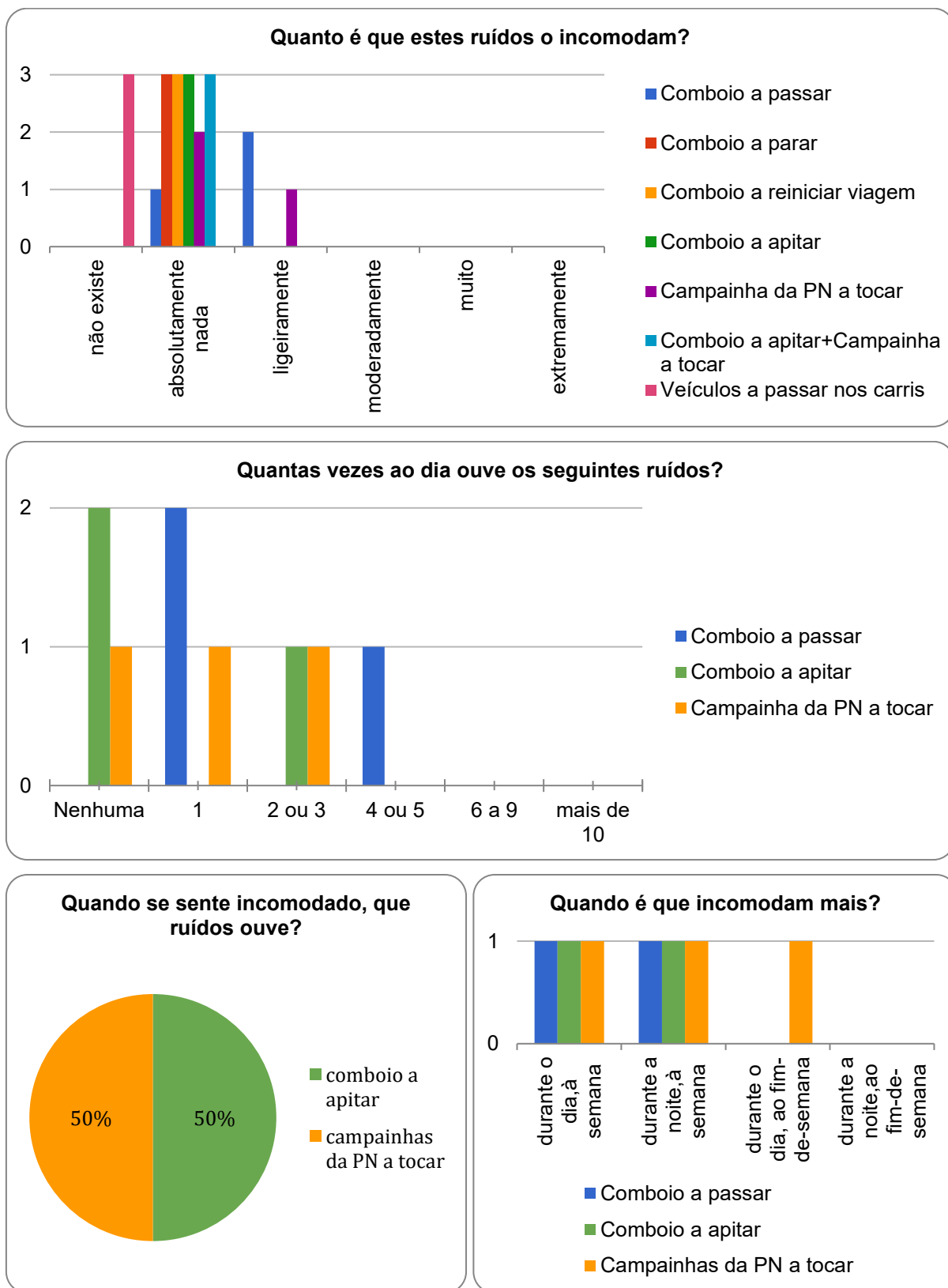


Figura 34 - Determinação de quais os ruídos que induziam maior incomodidade na PN da Aguda

Por outro lado, apesar de nenhuma das salas e das cozinhas das moradias se encontrarem virados para a via férrea, um dos inquiridos respondeu que se sente algumas vezes incomodado com o ruído e outro respondeu nunca.

Quanto à divisão “escritório”, só uma das moradias é que possui, não está virado para a via férrea e o dono da moradia não se sente incomodado pelo ruído neste espaço. Relativamente ao local de trabalho, que corresponde à loja, não se encontra virada para a via férrea e também não se sente incómodo do ruído. Finalmente, constata-se também que as duas moradias não apresentam o espaço exterior virado para a via férrea e que, apesar disso um dos inquiridos se sente algumas vezes incomodado com ruído.

As moradias possuem janelas com vidro duplo nas suas fachadas exteriores e a loja não apresenta qualquer janela.

Avaliada a questão das divisões dos edifícios onde se verificava uma maior incomodidade, passou-se à determinação de quais os ruídos que induziam maior incomodidade (Figura 34).

Pela observação da Figura 34 constata-se que o ruído do comboio a apitar e o das campainhas a tocar são aqueles que mais incomodam as pessoas e que os períodos nos quais as pessoas se sentem mais incomodadas é durante a semana (de dia e de noite) e durante o dia ao fim-de-semana.

Para além destes ruídos associados ao tráfego ferroviário, houve um inquirido que referiu ruídos adicionais, que por vezes o importunam, o ruído emitido pelas pessoas, o tráfego automóvel da rua e os gansos.

No que toca à aferição da sensibilidade das pessoas ao ruído através da escala numérica de 0 a 10, (Figura 35) é possível verificar que as respostas foram todas muito dispersas, dado que um dos inquiridos selecionou o número 0, indicando que não se considera nada sensível ao ruído, outro selecionou um número 5, indicando que se considera medianamente sensível ao ruído, e outro selecionou o número 9, indicando se considera muito sensível ao ruído.

Quanto à incomodidade causada pelas campainhas de passagem de nível averigua-se que a maioria dos inquiridos selecionou o 0, pelo que se pode afirmar que a maioria não se sente incomodada pelo ruído das campainhas. Importa, no entanto, realçar que houve uma pessoa que selecionou o número 7, pelo que se sente consideravelmente incomodada.

Tendo isto em conta, passou-se a um esclarecimento maior das repercussões da exposição ao ruído das campainhas no dia-a-dia das pessoas, onde as próprias afirmaram que o ruído das campainhas não as incomoda absolutamente nada.

Relativamente a medidas tomadas devido ao ruído proveniente destes dispositivos apenas houve uma pessoa que referiu que já participou numa petição/campanha de moradores e que tal resultou numa redução significativa do nível de potência sonora da campainha.

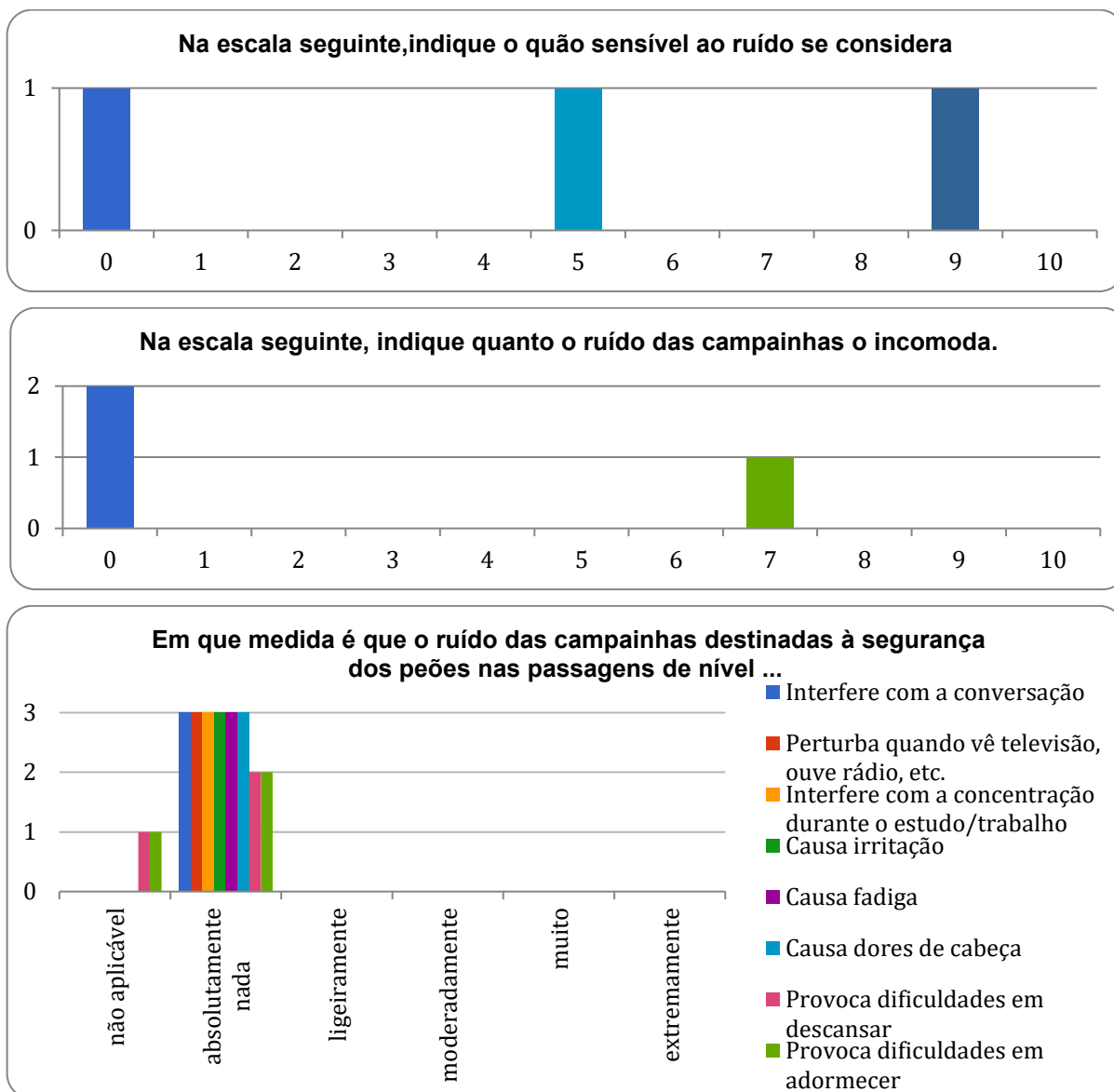


Figura 35 - Avaliação da incomodidade causada pelas campainhas na PN da Aguda

Granja (PN do pk 320,704 da Linha do Norte)

Junto à passagem de nível da Granja foram inquiridas três pessoas, nas localizações assinaladas na Figura 36.



Figura 36 - Localização de onde foram feitos os inquéritos e da passagem de nível de Granja

A amostra da passagem de nível da Granja é toda portuguesa e é constituída por dois indivíduos do sexo feminino e 1 indivíduo do sexo masculino com idades compreendidas entre os 50 e os 81 anos. Em termos de habilitações verifica-se que são pessoas instruções muito diferentes uns dos outros, já que uma tem um nível de escolaridade de 4º ano, outro de 12º e o outro de Pós-graduação, Mestrado ou Doutoramento. De entre eles, um nunca trabalhou e os outros dois estão empregados.

A respeito da identificação do tipo de edifício onde foi feito o inquérito são todos moradias e propriedades pessoais.

Relativamente a problemas de saúde existe um indivíduo que sofre de depressão e um indivíduo que sofre de insónias. Pela Figura 37 é possível averiguar que contrariamente aos casos anteriores, o indivíduo que sofre de insónias afirmou que o ruído não interfere com o seu problema de saúde. Também no caso da depressão se observa que o ruído não interfere.

No que diz respeito à relação que cada um dos inquiridos estabelece com o local onde foi realizado o inquérito (local onde mora/trabalha) e há quanto tempo é que permanecem sujeitos às condições da envolvente da passagem de nível, verifica-se que dois dos inquéritos foram feitos no local de residência dos inquiridos e que outro foi realizado no local de trabalho. Para além disto, observa-se também que um dos inquiridos trabalha há menos de 10 anos neste local e que os outros dois indivíduos inquiridos moram e já se encontram expostos à envolvente da passagem de nível a um período de tempo considerável (mais de 10 anos).

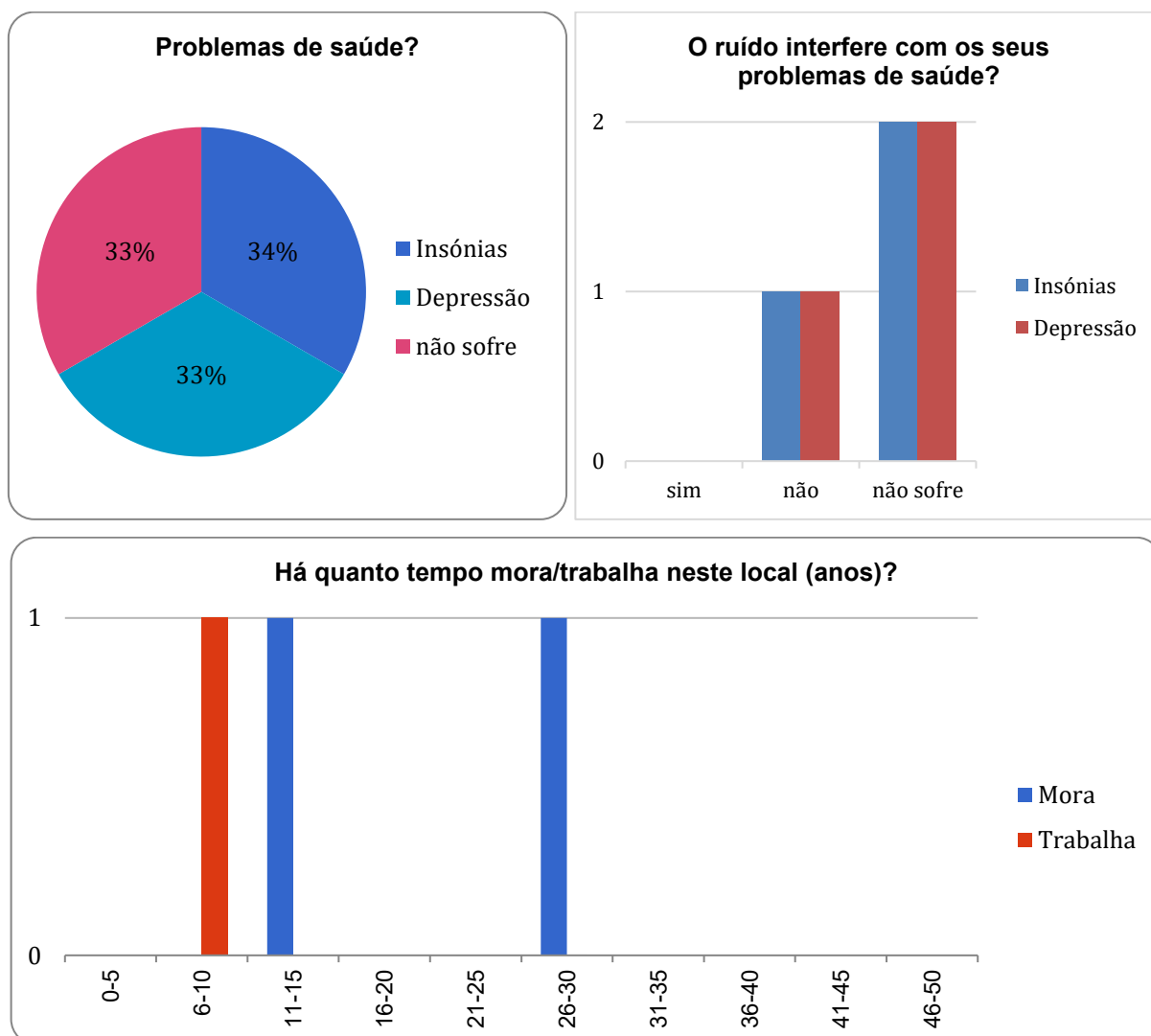


Figura 37 - Interferência do ruído nos problemas de saúde e período de exposição à envolvente da PN da Granja

Para avaliar a relação existente entre as divisões dos edifícios que se encontram viradas para a via férrea e a incomodidade sentida pelas pessoas observe-se a Figura 38. Nesta é possível verificar que existem duas moradias com o quarto e a sala viradas para a via férrea e que apesar disso, enquanto no quarto as pessoas afirmaram que algumas vezes e muitas vezes se sentem incomodadas pelo ruído, na sala nunca acontece. Essas duas moradias não apresentam nem a cozinha nem o escritório (a que possui) virados para a via férrea, e afirmam nunca se sentir incomodadas pelo ruído. Relativamente ao local de trabalho, o indivíduo que foi inquirido sente-se algumas vezes perturbado pelo ruído. Finalmente, constata-se também que duas das moradias não apresentam o espaço exterior virado para a via férrea e que, apesar disso os inquiridos se sentem poucas e algumas vezes incomodados com ruído.

No que diz respeito ao revestimento exterior das fachadas de cada um dos edifícios, todos eles apresentam revestimentos diferentes: uma tem janelas simples, outra janela com vidro duplo e outra janela dupla.

Contrariamente aos casos anteriores, a partir dos inquéritos realizados na envolvente da passagem de nível da Granja constatou-se que o indivíduo que se considera mais incomodado pelo ruído é o que tem na fachada da sua moradia janelas duplas.

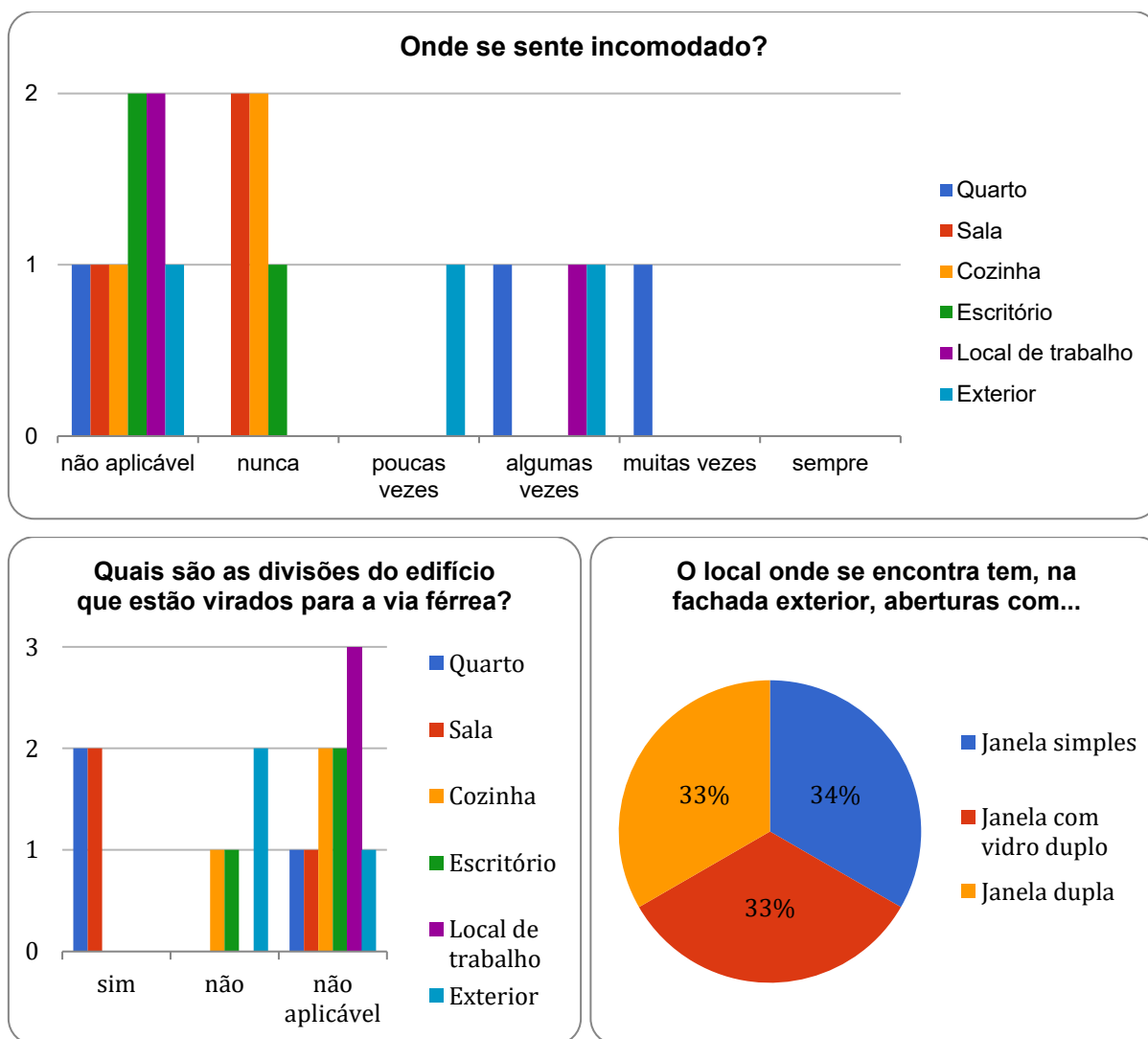


Figura 38 - Avaliação da correlação entre a posição relativa das divisões dos edifícios em relação à via férrea da Granja e a incomodidade sentida em cada uma delas

Avaliada a questão das divisões dos edifícios onde se verificava uma maior incomodidade, passou-se à determinação de quais os ruídos que induziam maior incomodidade (Figura 39). Pela sua observação, constata-se que o ruído do comboio a passar e das campainhas a tocar são aqueles que mais importunam as pessoas e o período no qual as pessoas se sentem mais incomodadas é durante o dia, ao fim de semana.

Para além destes ruídos associados ao tráfego ferroviário, houve um inquirido que referiu como ruído adicional que o incomoda extremamente, os ruídos dos veículos parados junto à passagem de nível à espera que as barreiras abram.

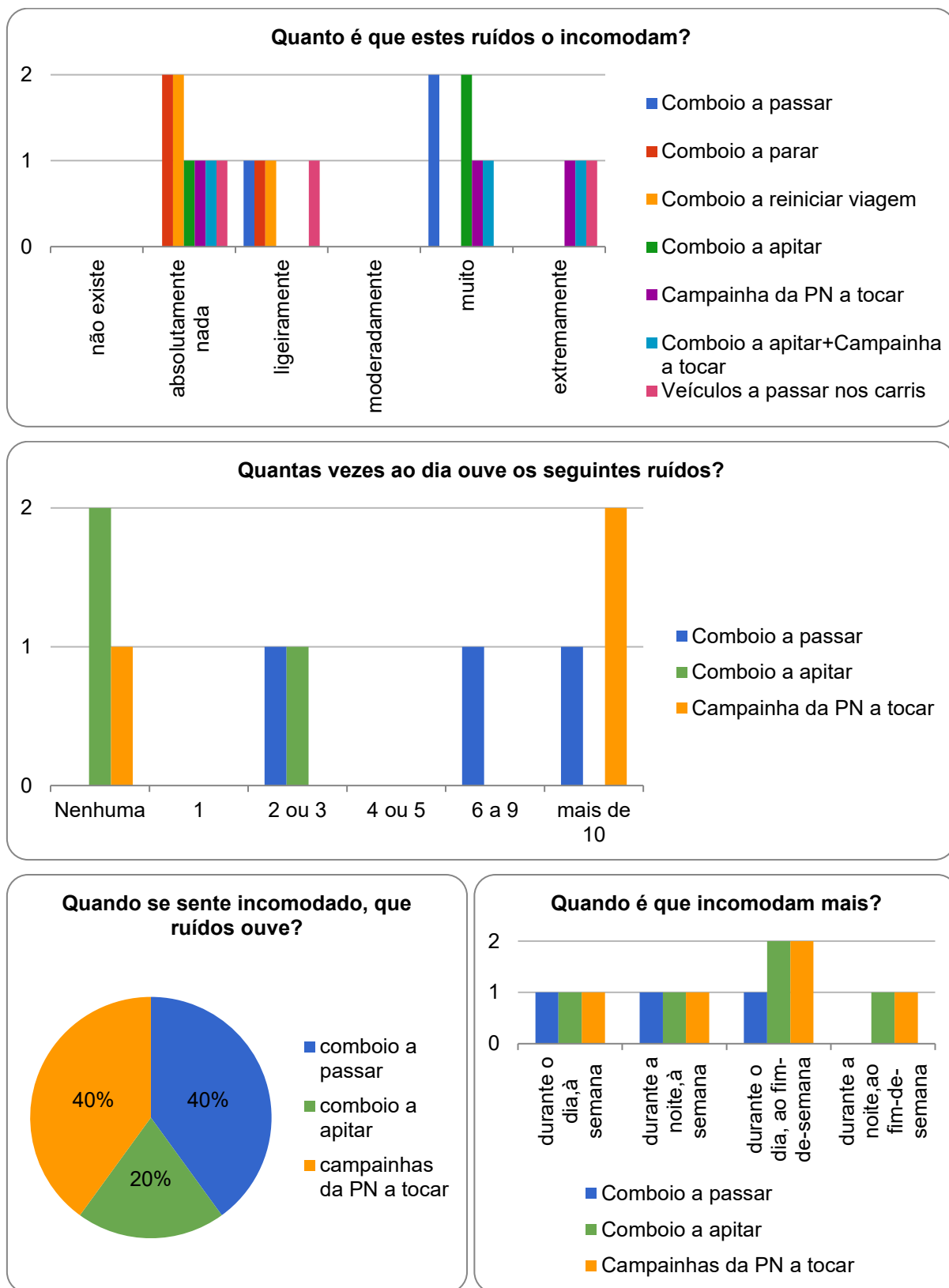


Figura 39 - Determinação de quais os ruídos que induziam maior incomodidade na PN da Granja

No que toca à aferição da sensibilidade das pessoas ao ruído através da escala numérica de 0 a 10, é possível verificar, através da Figura 40, que dois dos indivíduos selecionaram números iguais ou inferiores a 5 pelo que se consideram pouco sensíveis ao ruído, mas, por outro lado, existe um indivíduo que selecionou o número 10 pelo que se considera extremamente sensível.

Quanto à incomodidade causada pelas campanhas de passagem de nível averigua-se que a maioria dos inquiridos selecionou números iguais ou superiores a 8, pelo que se pode afirmar que a maioria se sente bastante/extremamente incomodada. Importa, no entanto, realçar que houve uma pessoa que selecionou o número 0, pelo que não se sente nada incomodada.

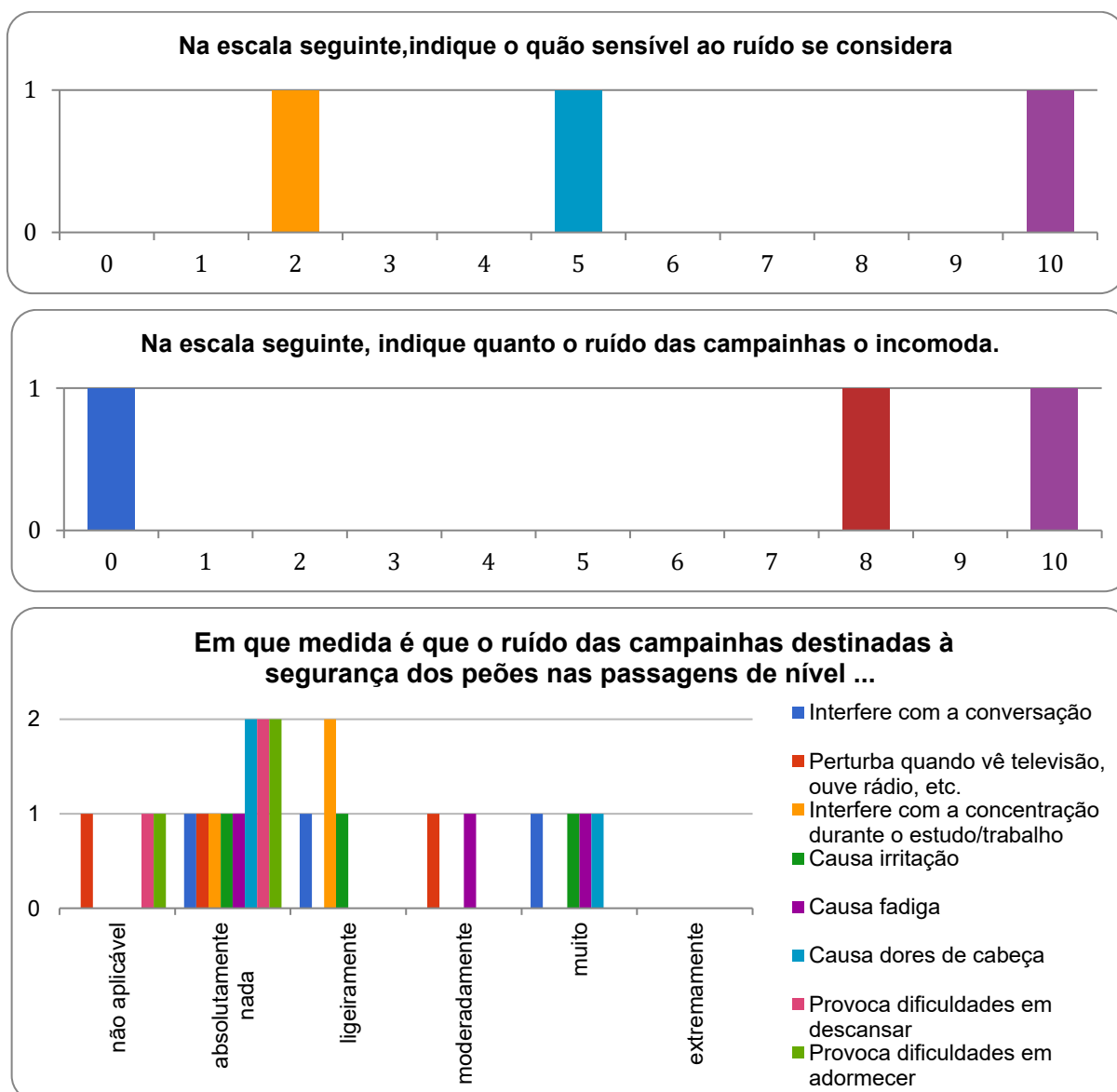


Figura 40 - Avaliação da incomodidade causada pelas campanhas na PN da Granja

Tendo isto em conta, passou-se a um esclarecimento maior das repercussões da exposição ao ruído das campainhas no dia-a-dia das pessoas. Verificou-se que existe uma pessoa que afirma que o ruído das campainhas interfere ligeiramente com a conversação e que causa ligeiramente irritação, que existem duas pessoas que defendem que lhes interfere com a concentração durante o estudo/trabalho. Para além disso, perturba moderadamente quando um dos inquiridos vê televisão ou ouve rádio e causa fadiga. Também existe uma pessoa que afirma que este ruído lhe interfere muito com a conversação, lhe causa fadiga, irritação e dores de cabeça.

Relativamente a medidas tomadas devido ao ruído proveniente destes dispositivos ninguém revelou já o ter feito.

Espinho (PN do pk 319,902 da Linha do Norte)

Junto à passagem de nível de Espinho foram inquiridas duas pessoas, nas localizações assinaladas na Figura 41.



Figura 41 - Localização de onde foram feitos os inquéritos e da passagem de nível de Espinho

A amostra inquirida em Espinho é toda portuguesa e é constituída por dois indivíduos, um de sexo feminino e outro de sexo masculino, com idades compreendidas entre os 30 e os 59 anos. Em termos de

habilitações verifica-se que são pessoas com pouca instrução escolar, já que ambos têm apenas o 9º ano ou menos concluído, mas encontram-se os dois empregados.

A respeito da identificação do tipo de edifício onde foi feito cada inquérito o local de residência é uma moradia e o local de trabalho é um espaço comercial, ambas propriedades pessoais.

Relativamente a problemas de saúde, um dos indivíduos sofre de insónias e tal como nos casos anteriores foi inquirida relativamente à interferência do ruído nesse problema de saúde. Através da Figura 42, constata-se que o indivíduo que sofre de insónias afirmou que o ruído interfere com o seu problema de saúde.

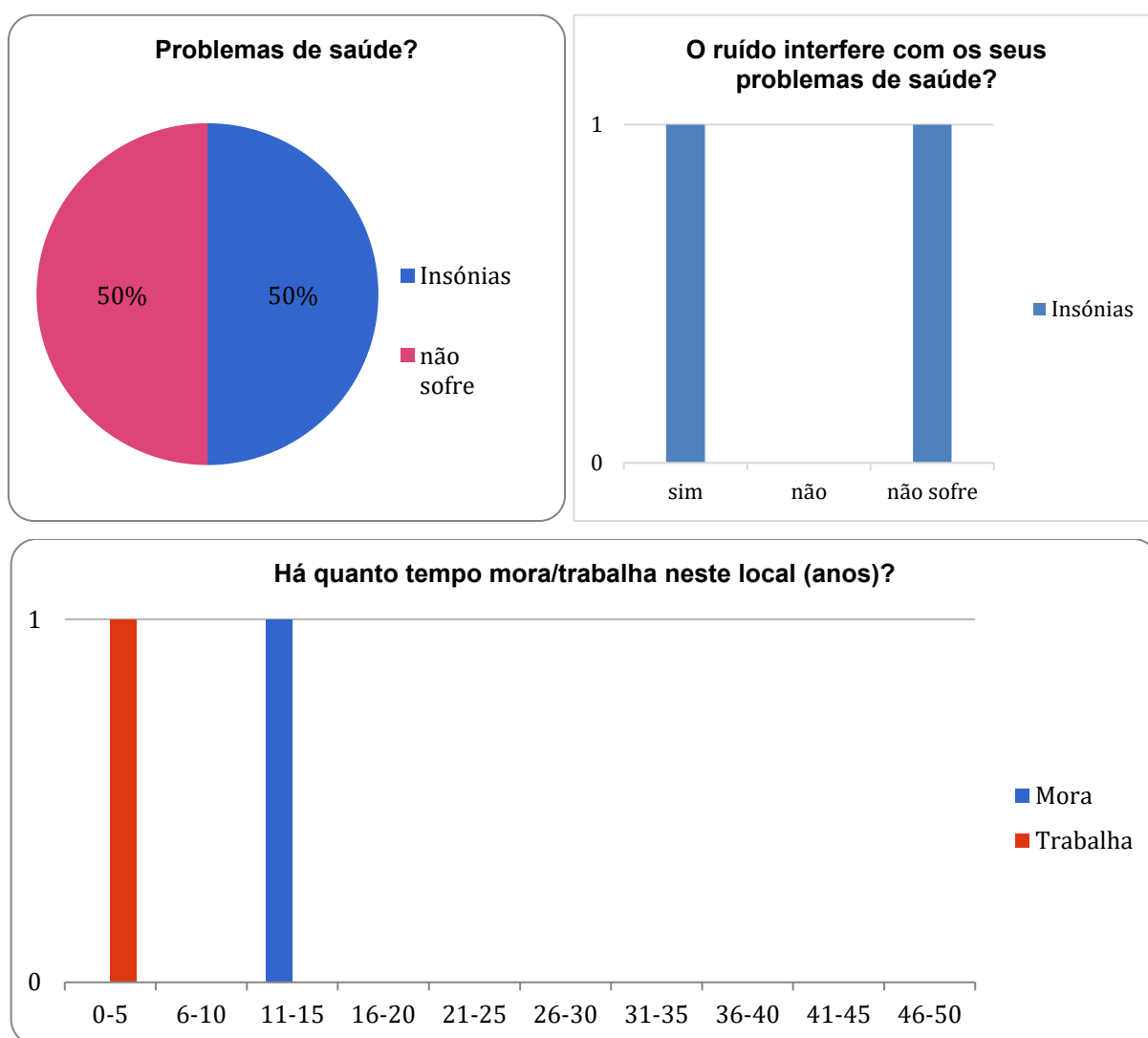


Figura 42 - Interferência do ruído nos problemas de saúde e período de exposição às condições da envolvente da PN de Espinho

No que diz respeito à relação que cada um dos inquiridos estabelece com o local onde foi realizado o inquérito (local onde mora/trabalha) e há quanto tempo é que permanecem sujeitos às condições da

envolvente da passagem de nível, verifica-se que um dos inquéritos foi feito no local de residência do inquirido e que outro foi realizado no local de trabalho. Para além disto, observa-se também que um dos inquiridos trabalha há menos de 5 anos neste local e que o outro indivíduo mora e já se encontra exposto à envolvente da passagem de nível a um período de tempo considerável (mais de 10 anos).

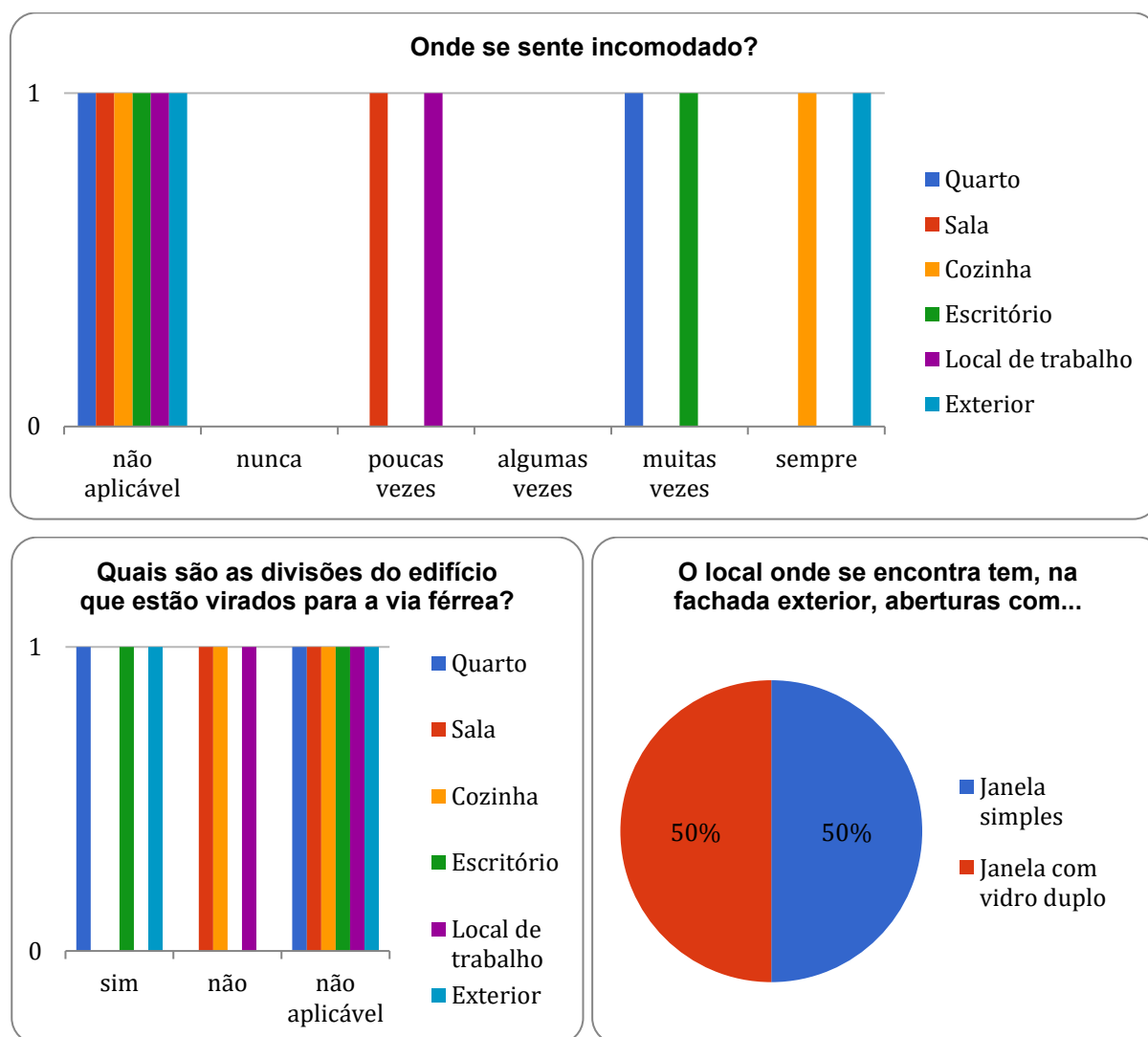


Figura 43 - Avaliação da correlação entre a posição relativa das divisões dos edifícios em relação à via férrea de Espinho e a incomodidade sentida em cada uma delas

Pela observação da Figura 43 e com o intuito de avaliar a relação existente entre as divisões dos edifícios que se encontram viradas para a via férrea e a incomodidade sentida pelas pessoas é possível verificar o quarto da moradia está virado para a via férrea e o inquirido se sente incomodado muitas vezes. A mesma situação ocorre para a divisão escritório. A sala da moradia e o espaço comercial (local de trabalho) não se encontram virados para a via férrea, e os inquiridos afirmam que poucas vezes se sentem incomodados. No que diz respeito à cozinha da moradia apesar de não se encontrar virada para a via férrea, o inquirido considera que é sempre incomodado pelo ruído. Finalmente, quanto ao espaço

exterior da moradia encontra-se virado para a via férrea e o inquirido também afirmou que é sempre incomodado pelo ruído neste espaço.

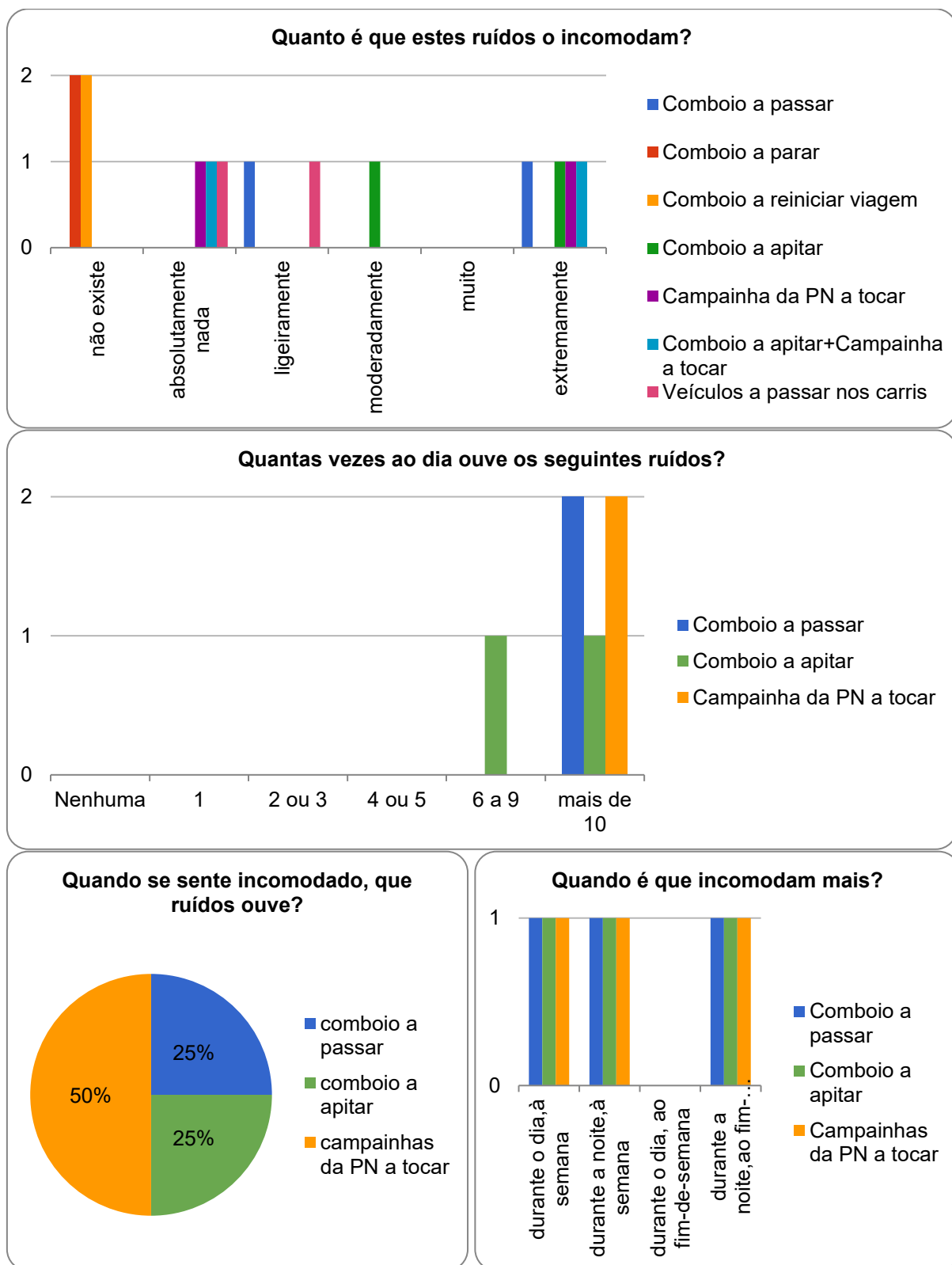


Figura 44 - Determinação de quais os ruídos que induziam maior incomodidade na PN de Espinho

Relativamente ao revestimento exterior das fachadas, à semelhança do caso anterior também cada um deles apresenta um revestimento diferente, uma tem janelas simples e outra janela com vidro duplo.

Avaliada a questão das divisões dos edifícios onde se verificava uma maior incomodidade, passou-se à determinação de quais os ruídos que induziam maior incomodidade (Figura 44).

Pela observação da Figura 44 constata-se que o ruído das campainhas a tocar é aquele que mais importuna as pessoas e o período no qual as pessoas se sentem mais incomodadas é durante a semana (de dia e de noite) e durante a noite ao fim de semana. Para além destes ruídos associados ao tráfego ferroviário, houve um inquirido que referiu como ruído adicional que o incomoda o ruído das buzinas dos veículos.

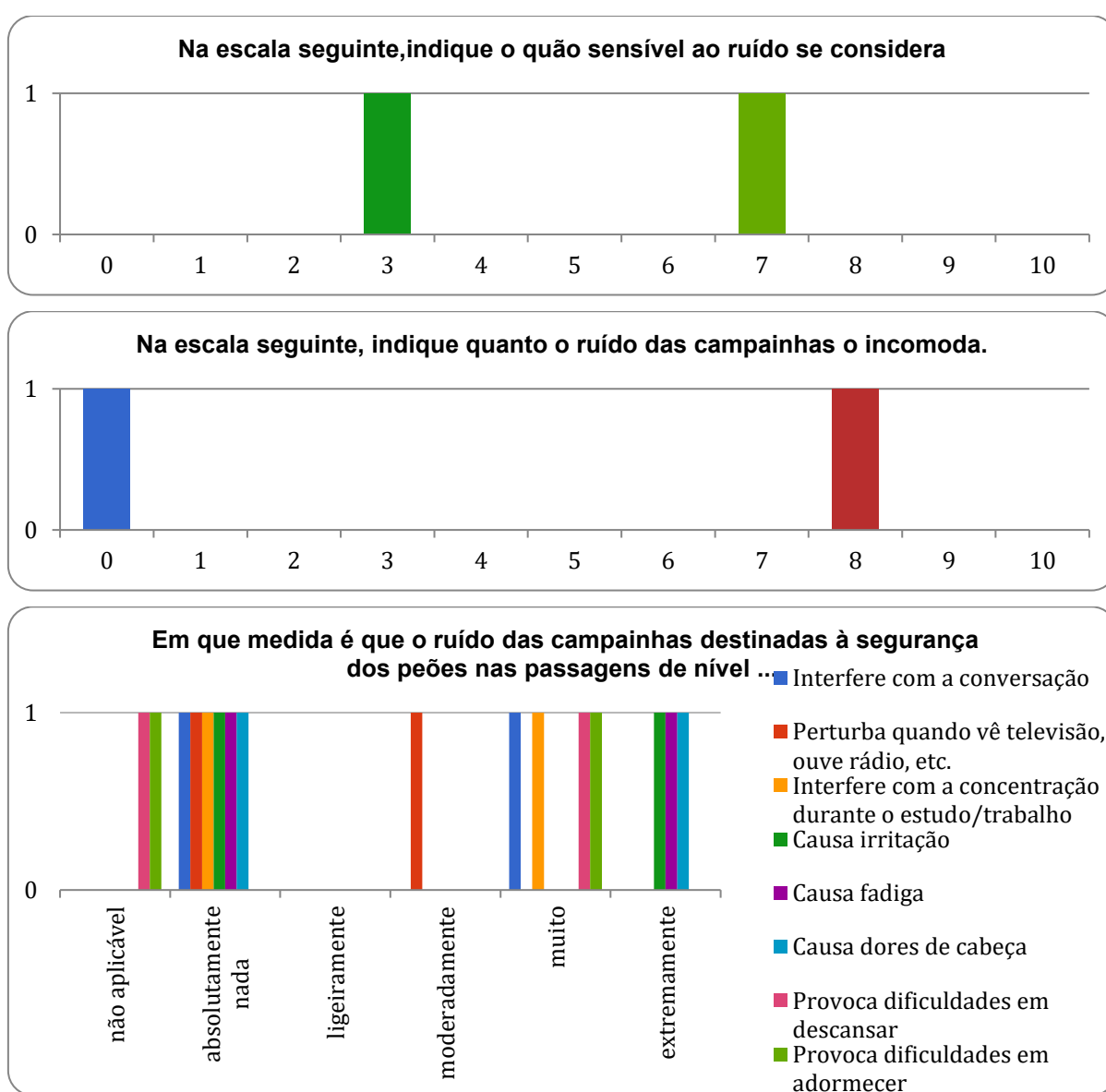


Figura 45 - Avaliação da incomodidade causada pelas campainhas na PN de Espinho

No que toca à aferição da sensibilidade das pessoas ao ruído através da escala numérica de 0 a 10, (Figura 45) verificou-se que um dos indivíduos selecionou o número 3 e outro o número 7, pelo que se pode afirmar que os mesmos se consideram relativamente sensíveis ao ruído. Relativamente à incomodidade causada pelo ruído proveniente das campainhas de passagem de nível, afere-se que um dos inquiridos se considera muito incomodado pelo ruído das campainhas, já que selecionou o número 8, e outro não se considera incomodado, dado que selecionou o 0.

Tendo isto em conta, passou-se a um esclarecimento maior das repercussões da exposição ao ruído das campainhas no dia-a-dia das pessoas. É possível confirmar o facto de um dos inquiridos se sentir muito incomodado pelo ruído das campainhas e outro nada incomodado. O indivíduo que se sente incomodado pelo ruído destes dispositivos afirma que este perturba moderadamente quando vê televisão ou ouve rádio, que interfere muito com a conversação, com a concentração durante o estudo/trabalho, que provoca dificuldades em descansar e em dormir e que causa irritação, fadiga e dores de cabeça de uma forma extrema.

Relativamente a medidas tomadas devido ao ruído proveniente destes dispositivos o indivíduo mais incomodado já investiu em isolamento de fachada, utilizou protetores auditivos e tomou medicação. Segundo este indivíduo, estas medidas permitiram contornar ligeiramente o problema, mas ainda assim agora decidiu mudar de casa.

Silvalde (PN do pk 315,616 da Linha do Norte)

Junto à passagem de nível de Silvalde foram inquiridas três pessoas, nas localizações da Figura 46:



Figura 46 - Localização de onde foram feitos os inquéritos e da passagem de nível de Silvalde

A amostra da passagem de nível de Silvalde é constituída por três indivíduos, um de sexo masculino e dois de sexo feminino, todos portugueses, com idades compreendidas entre os 41 e os 80 anos. Em termos de habilitações verifica-se que são pessoas com uma instrução escolar mediana, já que apresentam um nível de escolaridade compreendido entre o 3º ano e a Licenciatura Pré- Bolonha. Um dos indivíduos encontra-se empregado e os outros dois estão reformados. Relativamente a problemas de saúde, um dos indivíduos sofre de doença cardíaca e problemas de tensão arterial.

À semelhança dos casos anteriores, também se averiguou se a pessoa inquirida com problemas de saúde sentia que o ruído tinha alguma consequência nos mesmos (Figura 47). Constatase que o indivíduo que sofre de doença cardíaca e de problemas de tensão arterial afirmou que o ruído não interfere com os seus problemas de saúde.

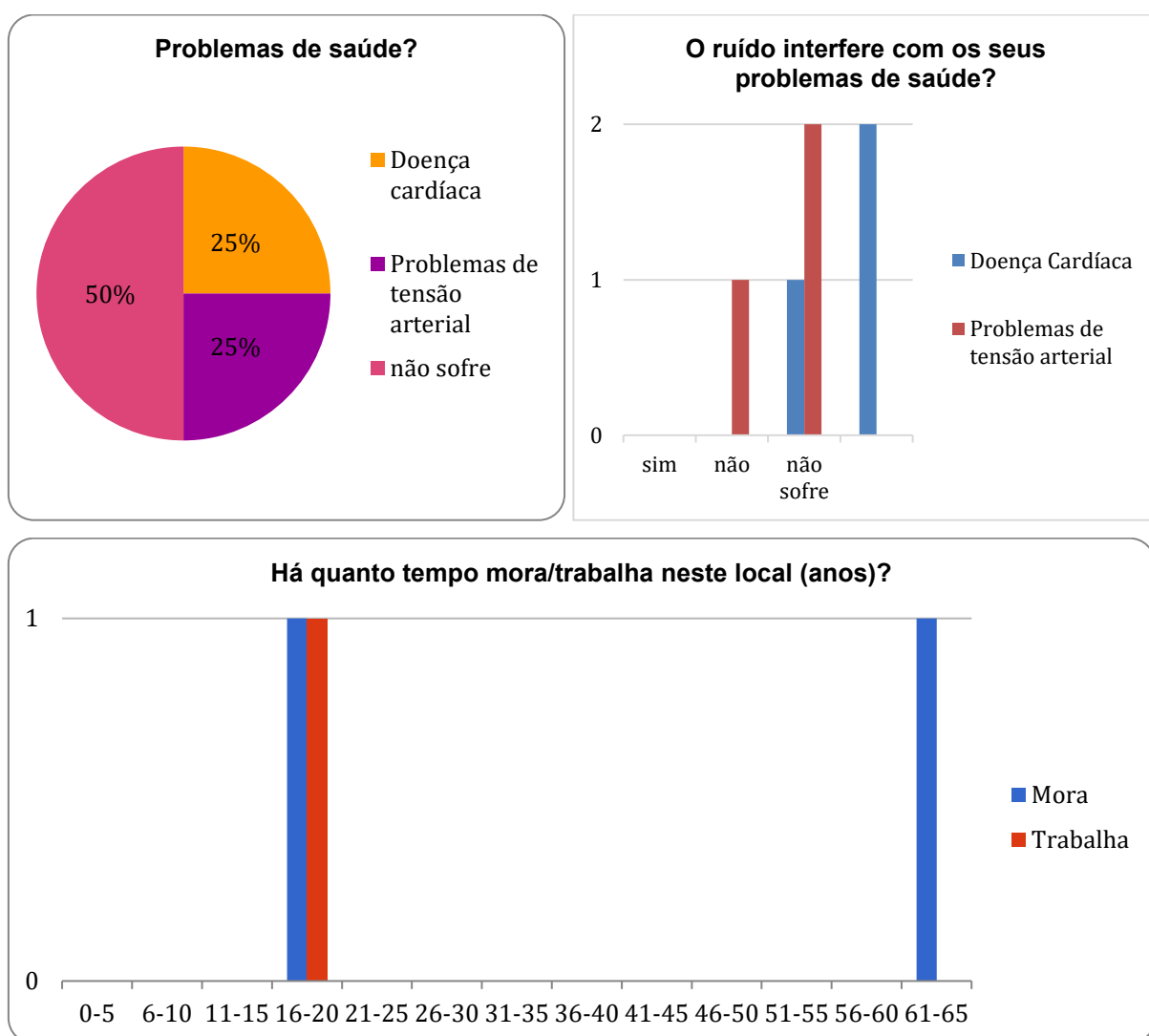


Figura 47 - Interferência do ruído nos problemas de saúde e período de exposição às condições da envolvente da PN de Silvalde

No que diz respeito à relação que cada um dos inquiridos estabelece com o local onde foi realizado o inquérito (local onde mora/trabalha) e há quanto tempo é que permanecem sujeitos às condições da envolvente da passagem de nível verifica-se que dois dos inquéritos foram feitos no local de residência dos inquiridos e que outro foi realizado no local de trabalho. Para além disto, observa-se também que todos os inquiridos se encontram expostos à envolvente da passagem de nível há muitos anos.

Quanto à identificação do tipo de edifício onde foi feito cada inquérito, os locais de residência são moradias e o local de trabalho é um espaço comercial e todos são propriedades pessoais.

Para avaliar a relação existente entre as divisões dos edifícios que se encontram viradas para a via férrea e a incomodidade sentida pelas pessoas observe-se a Figura 48.

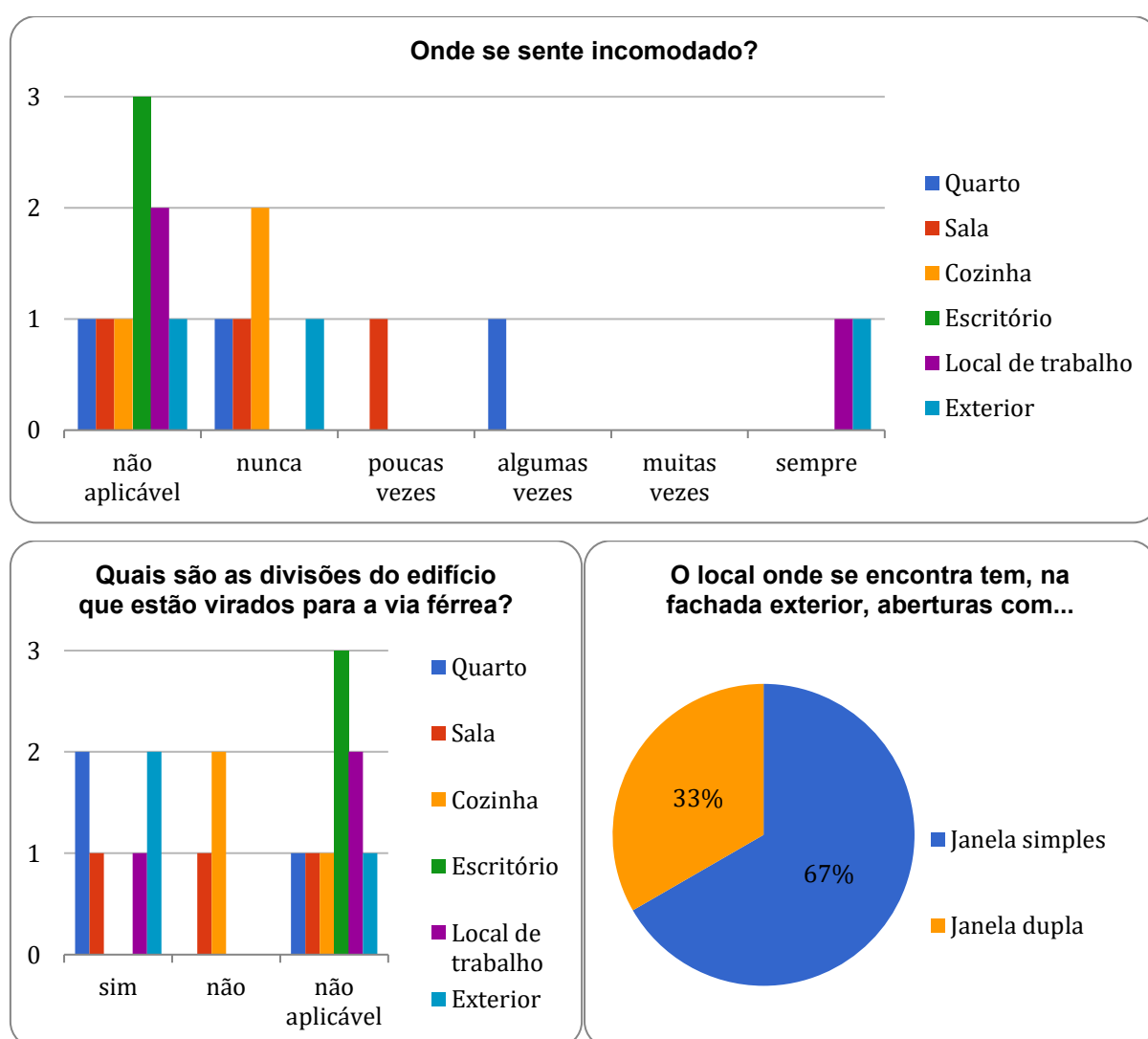


Figura 48 - Avaliação da correlação entre a posição relativa das divisões dos edifícios em relação à via férrea de Silvalde e a incomodidade sentida em cada uma delas

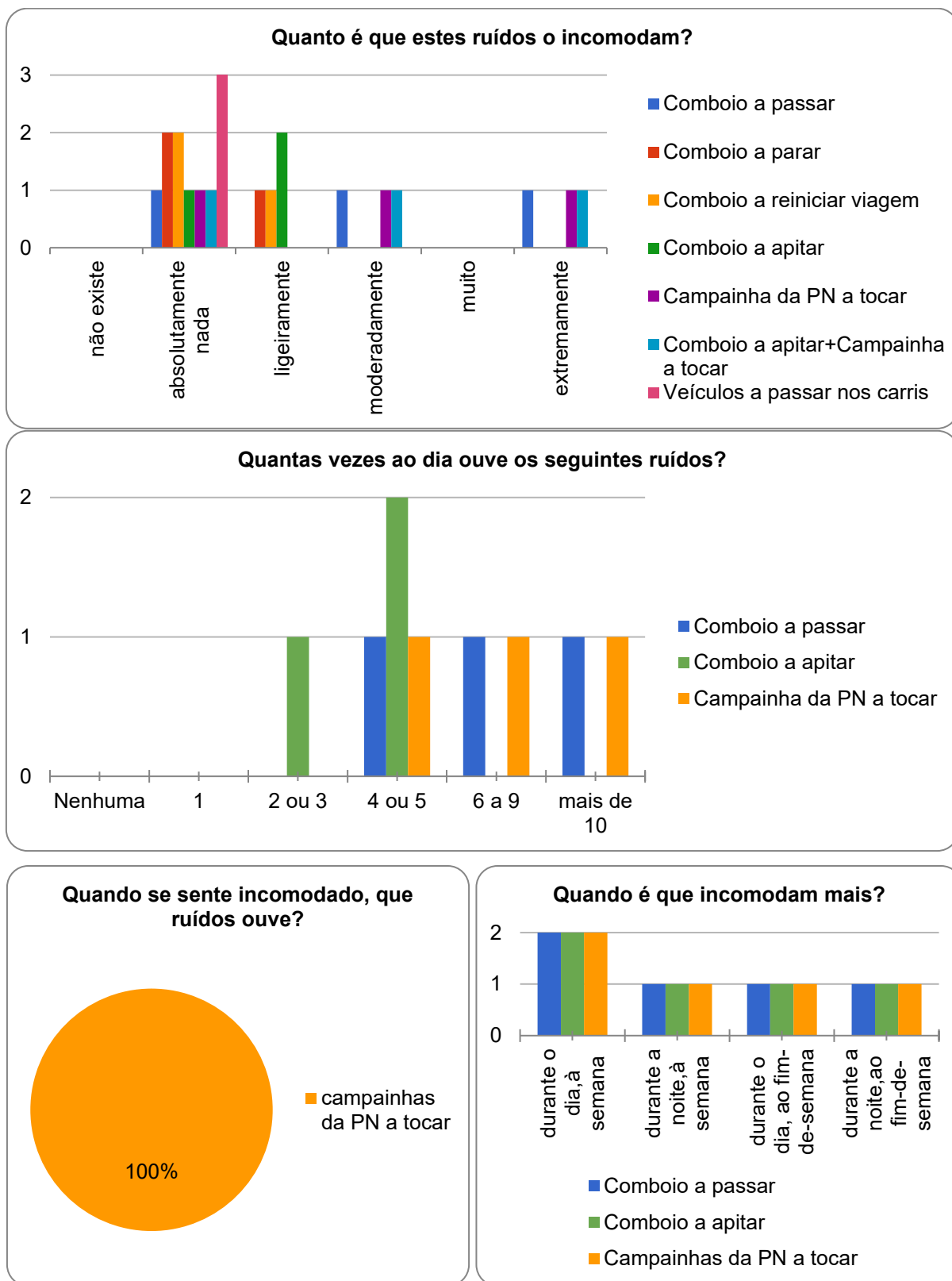


Figura 49 - Determinação de quais os ruídos que induziam maior incomodidade na PN de Silvalde

Tendo em conta as respostas apresentadas é possível verificar que apesar de ambos os quartos das moradias estarem virados para a via férrea apenas num deles é que em algumas vezes o inquirido em questão se sente incomodado pelo ruído.

Relativamente à sala, numa das moradias está virada para a via férrea e o inquirido sente-se poucas vezes incomodado e na outra não está virada para a via férrea e o inquirido nunca se sente perturbado.

No que diz respeito à cozinha, nenhuma delas está virada para a via férrea nem existem inquiridos incomodados com o ruído.

O local de trabalho e os espaços exteriores existentes nos três edifícios encontram-se todos virados para a via férrea, observando-se que no local de trabalho o inquirido se sente sempre incomodado pelo ruído e que no caso dos espaços exteriores um dos inquiridos se queixa de ser perturbado sempre e outro nunca.

Relativamente ao revestimento exterior das fachadas, dois apresentam janela simples e o outro apresenta janelas duplas. Verifica-se, no entanto, que o indivíduo que mora na moradia com janelas duplas na sua fachada é aquele que se demonstra mais incomodado pelo ruído.

Avaliada a questão das divisões dos edifícios onde se verificava uma maior incomodidade, passou-se à determinação de quais os ruídos que induziam maior incomodidade.

Pela observação da Figura 49 constata-se que o ruído das campainhas a tocar é aquele que mais importuna as pessoas e o período no qual as pessoas se sentem mais incomodadas é durante o dia à semana.

Também foi aferida a sensibilidade das pessoas ao ruído (em geral) e a incomodidade causada pelas campainhas de passagem de nível, novamente através do recurso a uma escala numérica de 0 a 10 (Figura 50).

Através dele é possível verificar que para o ruído em geral todos os indivíduos selecionaram números iguais ou superiores a 5, pelo que todos se consideram sensíveis ao ruído, havendo mesmo um indivíduo que escolheu o limite máximo da escala.

Relativamente aos resultados do ruído das campainhas constata-se que a maioria se considera significativamente incomodado pelo ruído das campainhas, embora exista um inquirido que selecionou o 0, indicando que não se sente perturbado.

Tendo isto em conta, passou-se a um esclarecimento maior das repercussões da exposição ao ruído das campainhas no dia-a-dia das pessoas. É possível constatar que um dos inquiridos se sente mais incomodado pelo ruído das campainhas do que os outros dois, nomeadamente afirma que o ruído das campainhas interfere ligeiramente com a conversação e com a concentração no estudo/trabalho, que lhe causa de uma forma moderada fadiga e que lhe causa irritação e dores de cabeça extremas.

Relativamente a medidas tomadas devido ao ruído proveniente destes dispositivos nunca nenhum dos indivíduos fez nada.

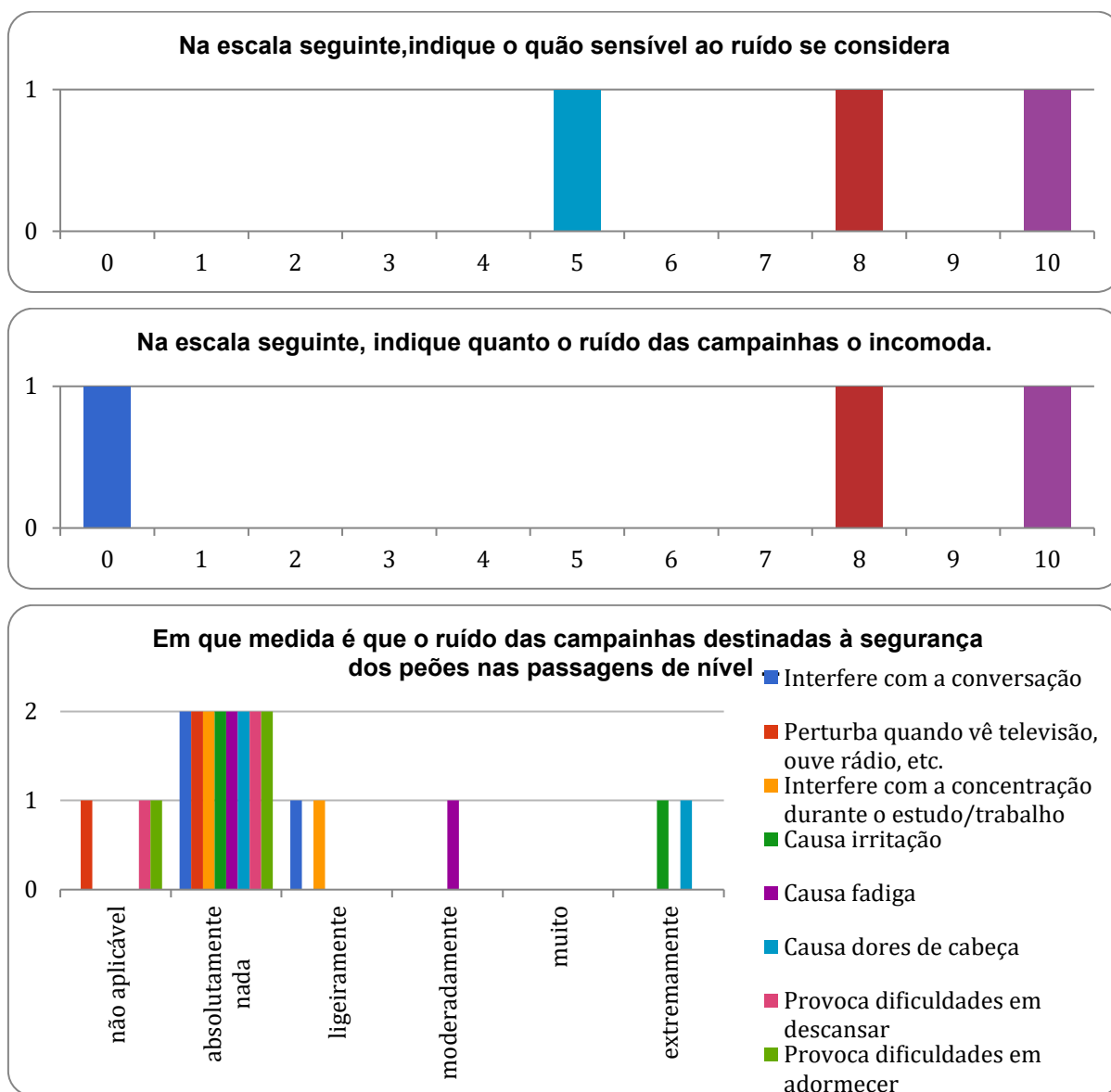


Figura 50 - Avaliação da incomodidade causada pelo ruído (em geral) e pelo ruído das campainhas na PN de Silvalde

Pedras Rubras (junto à Estação do Metro do Porto)

Junto à passagem de nível de Pedras Rubras foram inquiridas oito pessoas, nas localizações apresentadas na Figura 51.

A amostra da passagem de nível de Pedras Rubras é constituída por oito indivíduos, dois de sexo masculino e seis de sexo feminino, todos portugueses, com idades compreendidas entre os 35 e os 70 anos. Em termos de habilitações verifica-se que são pessoas com relativamente pouca instrução escolar, dado que apenas um dos indivíduos completou o Bacharelato/licenciatura pós Bolonha, quatro apenas completaram o 4º ano de escolaridade e os restantes obtiveram o 12º. Em termos de atividade

profissional, um dos indivíduos está reformado, quatro estão empregados e três são empresários. Relativamente a problemas de saúde, existem quatro indivíduos com problemas de saúde e os restantes são “saudáveis”.



Figura 51 - Localização de onde foram feitos os inquéritos e da passagem de nível de Pedras Rubras

À semelhança dos casos anteriores, também se averiguou quais os problemas de saúde presentes na amostra e a interferência do ruído nos mesmos. Através da Figura 52, constata-se que nenhum dos problemas de saúde mencionados pelos inquiridos foi considerado ser interferido pelo ruído.

No que diz respeito à relação que cada um dos inquiridos estabelece com o local onde foi realizado o inquérito (local onde mora/trabalha) e há quanto tempo é que permanecem sujeitos às condições da envolvente da passagem de nível, verifica-se que um dos inquéritos foi realizado no local de residência do inquirido e que os restantes foram realizados no local de trabalho. Para além disto, observa-se também que a maioria das pessoas já se encontram expostas à envolvente da passagem de nível há muitos anos e que há dois inquiridos que apenas estão nestas condições há menos de 5 anos.

A respeito da identificação do tipo de edifício onde foi feito cada inquérito, o local de residência referido é uma moradia e os locais de trabalho são 6 espaços comerciais e 1 espaço de serviços. Entre todos estes edifícios apenas dois são propriedades arrendadas (a moradia e um dos espaços comerciais).

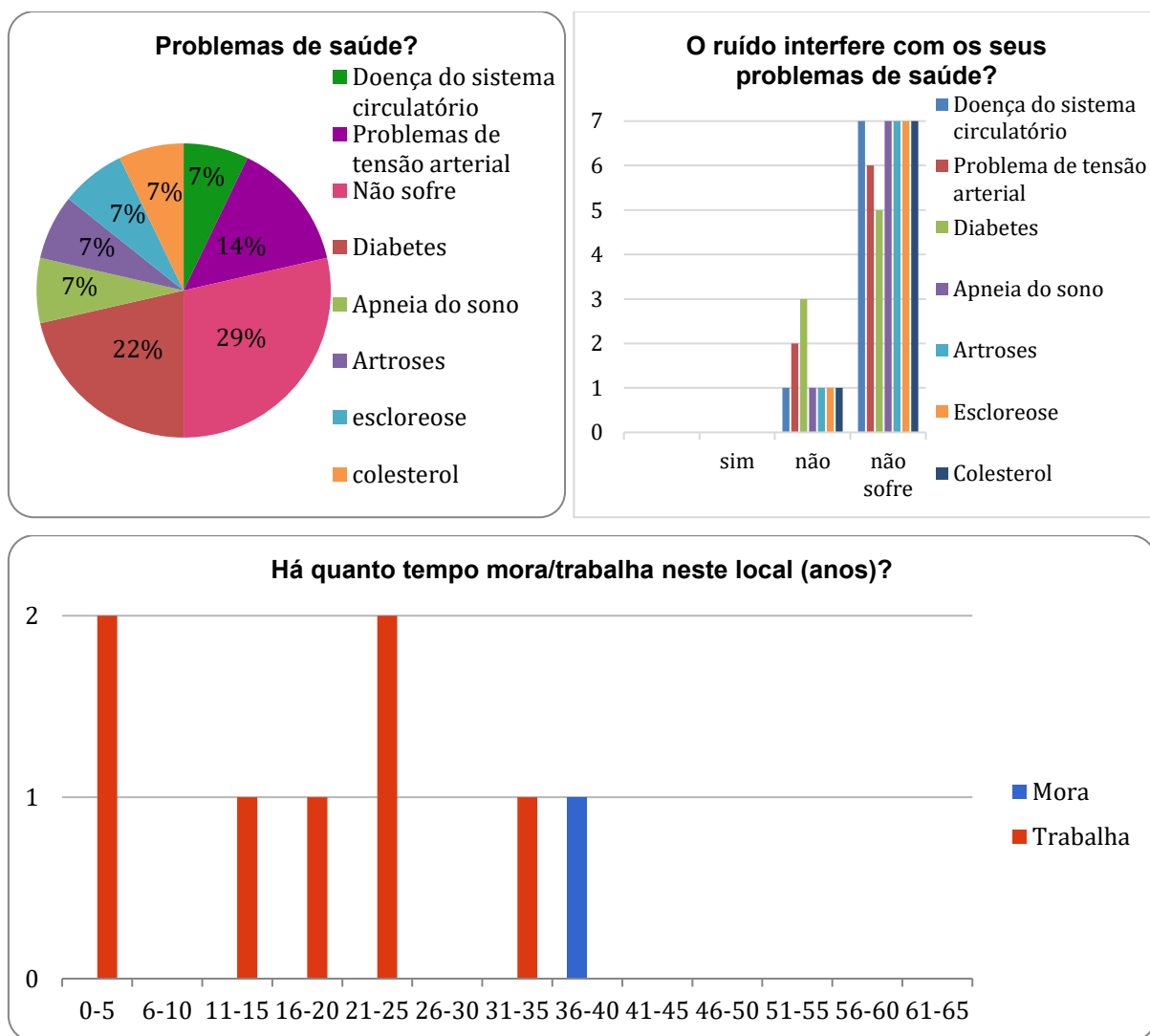


Figura 52 - Interferência do ruído nos problemas de saúde e período de exposição às condições da envolvente da à PN de Pedras Rubras

Tendo em conta as respostas apresentadas na Figura 53 no que diz respeito à moradia esta não apresenta nenhuma divisão diretamente virada para a via férrea e também nunca se demonstra incomodado pelo ruído. Relativamente aos locais de trabalho, é possível verificar que apesar de 6 dos 7 locais de trabalho estarem virados para a via férrea, dois dos inquiridos nestes estabelecimentos afirmam nunca se sentirem incomodados pelo ruído. No entanto, existe um que afirma ser perturbado pelo ruído sempre, outro algumas vezes e outro poucas vezes.

Quanto ao revestimento exterior das fachadas, todos os edifícios possuem janelas simples.

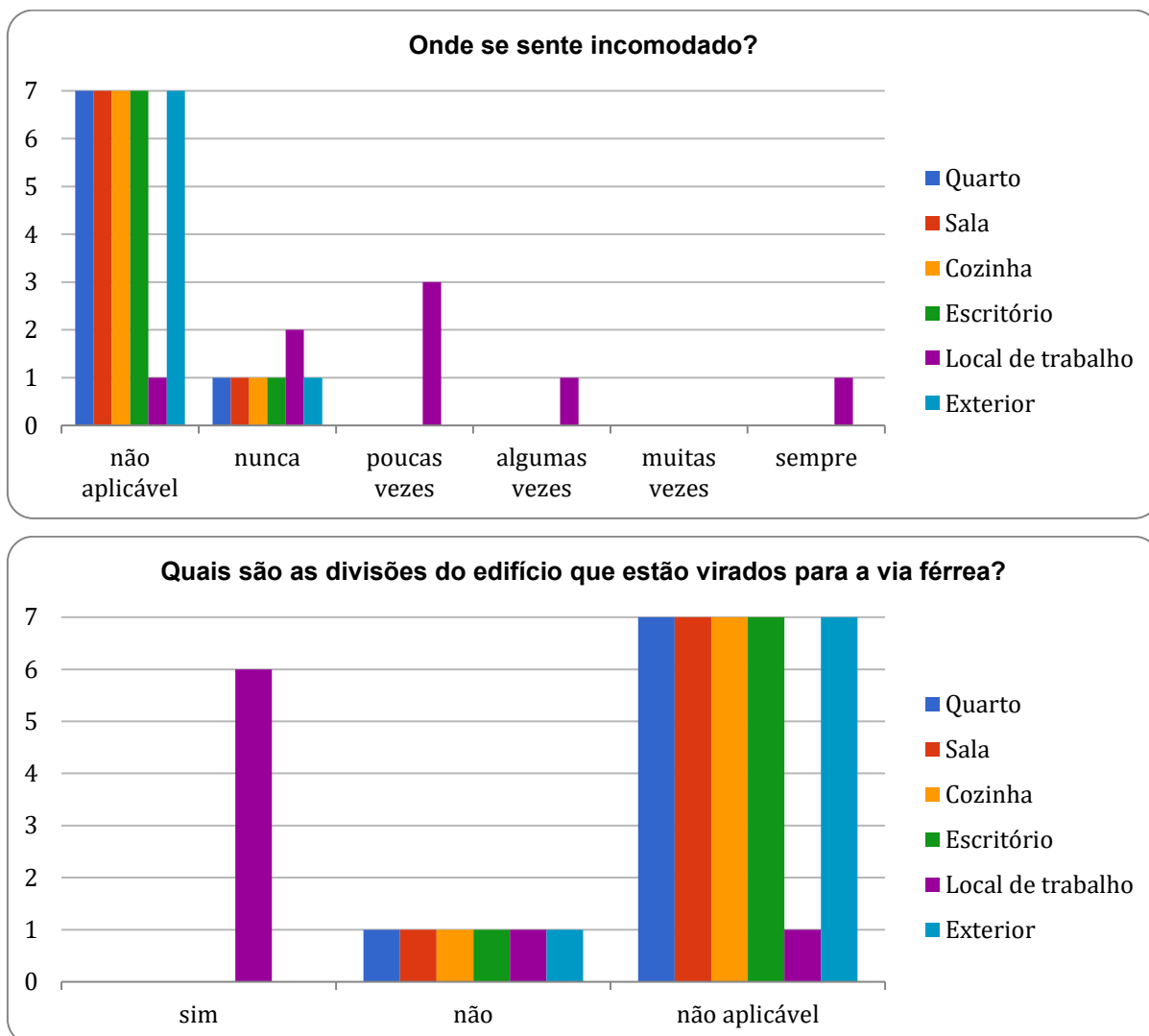


Figura 53 - Avaliação da correlação entre a posição relativa das divisões dos edifícios em relação à via férrea de Pedras Rubras e a incomodidade sentida em cada uma delas

Avaliada a questão das divisões dos edifícios onde se verificava uma maior incomodidade, passou-se à determinação de quais os ruídos que induziam maior incomodidade (Figura 54).

Pela observação da Figura 54 constata-se que o ruído das campainhas a tocar e do comboio a passar são os que mais importunam as pessoas e que o período no qual as pessoas se sentem mais incomodadas é durante o dia à semana.

Para além destes ruídos associados ao tráfego ferroviário, vários inquiridos referiram o trânsito rodoviário como incomodativo, nomeadamente a passar por cima das tampas de saneamento.

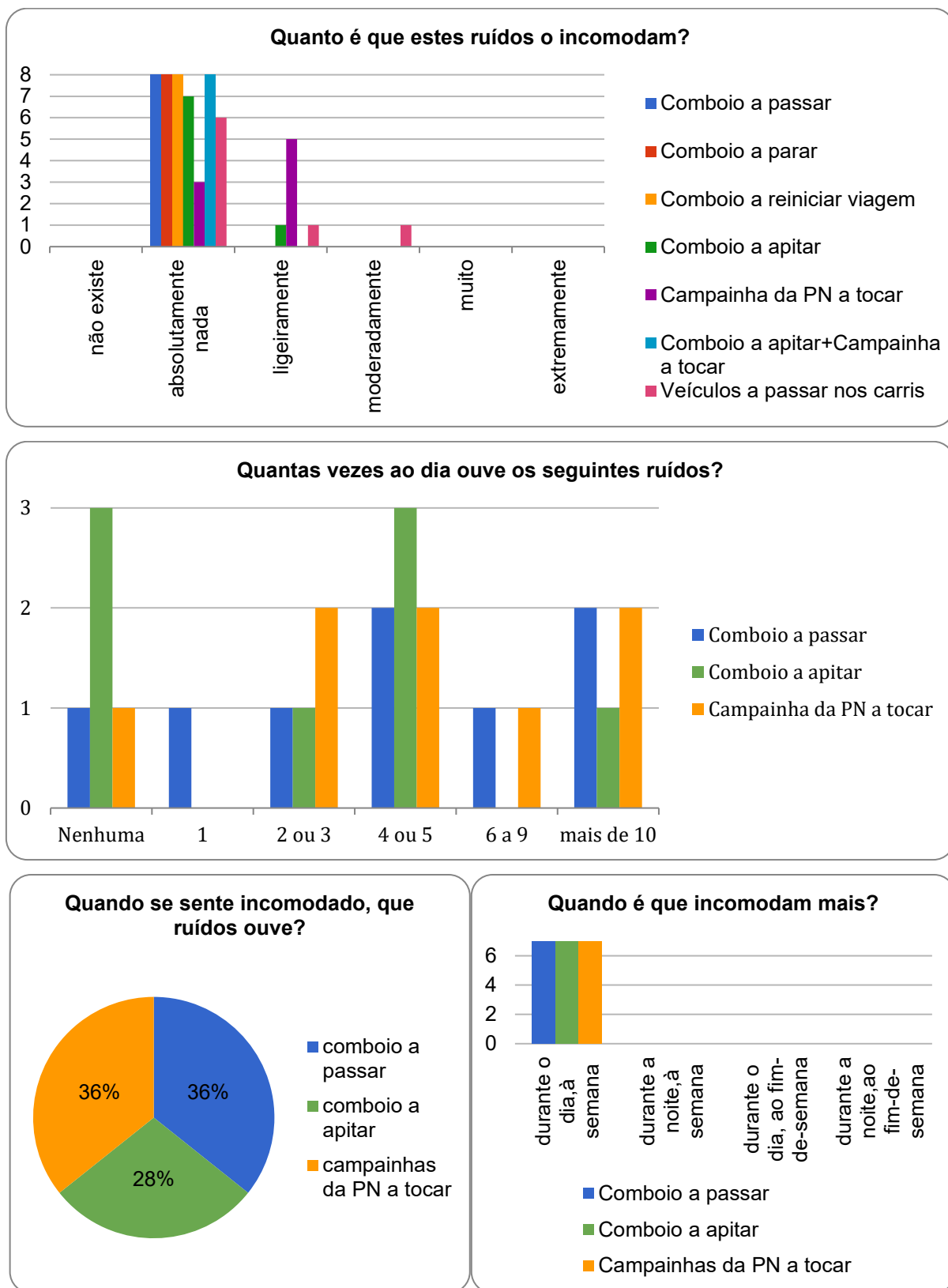


Figura 54 - Determinação de quais os ruídos que induziam maior incomodidade na PN de Pedras Rubras

Para avaliar a sensibilidade das pessoas ao ruído e a incomodidade causada pelas campanhas de passagem de nível usou-se uma escala numérica de 0 a 10. Os resultados obtidos encontram-se na Figura 55.

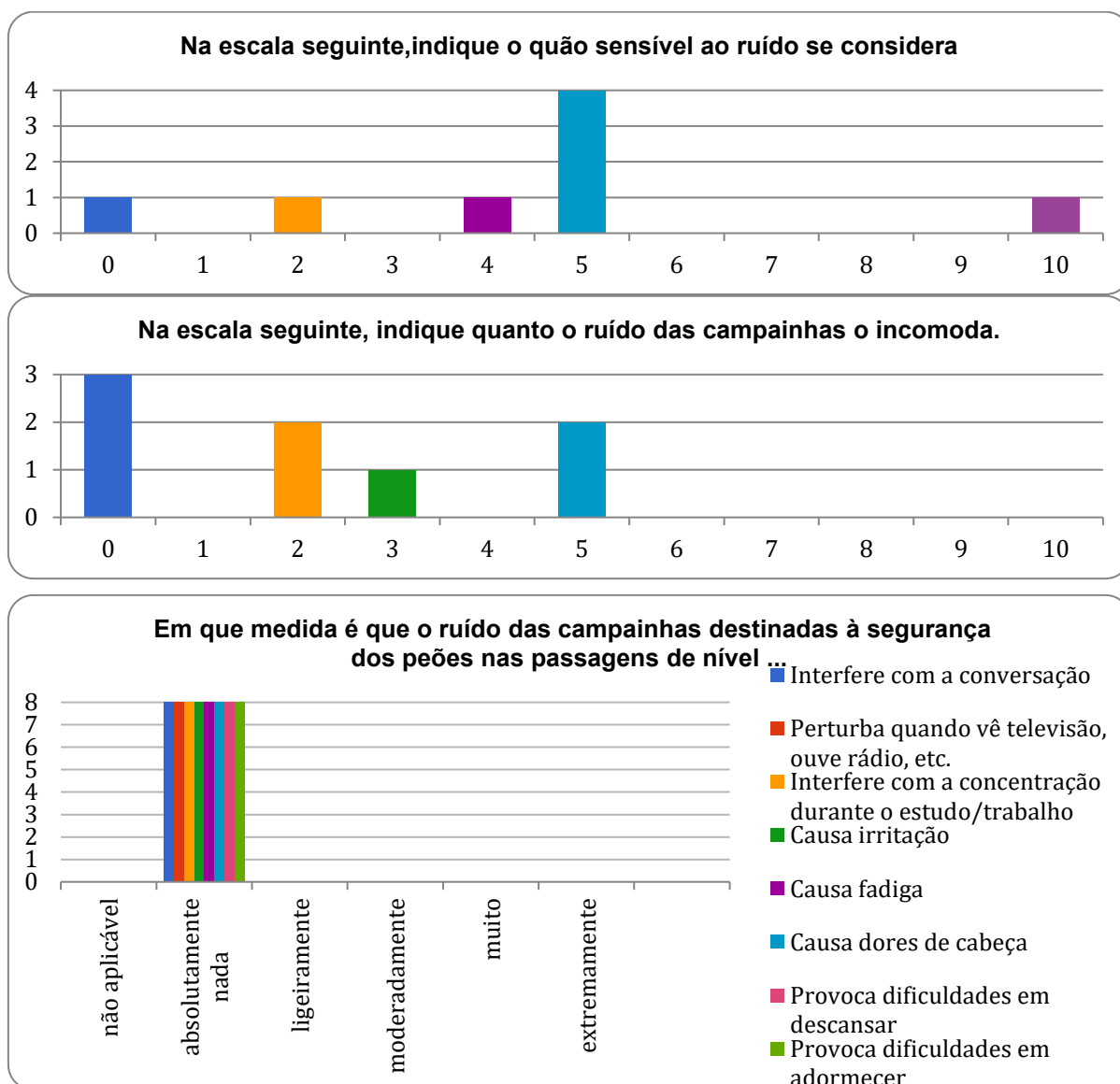


Figura 55 - Avaliação da incomodidade causada pelas campanhas na PN de Pedras Rubras

No que diz respeito ao ruído em geral, é possível verificar que 50% dos indivíduos inquiridos selecionou o número 5, pelo que se consideram “medianamente sensíveis ao ruído”. Dos restantes indivíduos, três selecionaram números inferiores a 5, pelo que se consideram “pouco sensíveis ao ruído”, e outro selecionou o número 10 pelo que é “extremamente sensível”.

Por outro lado, quanto ao ruído emitido pelas campanhas das passagens de nível constata-se que todos os inquiridos selecionaram números iguais ou inferiores a 5, pelo que se pode concluir que se consideram pouco ou nada incomodados pelo ruído emitido das campanhas.

Tendo isto em conta, passou-se a um esclarecimento maior das repercussões da exposição ao ruído das campainhas de passagem de nível no dia-a-dia das pessoas. É possível confirmar que nenhum dos inquiridos se sente muito incomodado pelo ruído das campainhas, já que selecionaram em todas as atividades do dia-a-dia a opção absolutamente nada. Relativamente a medidas tomadas devido ao ruído proveniente destes dispositivos nunca nenhum dos indivíduos fez nada.

Vilar do Pinheiro (junto à Estação do Metro do Porto)

Junto à passagem de nível de Vilar do Pinheiro foram inquiridas duas pessoas, nas seguintes localizações:

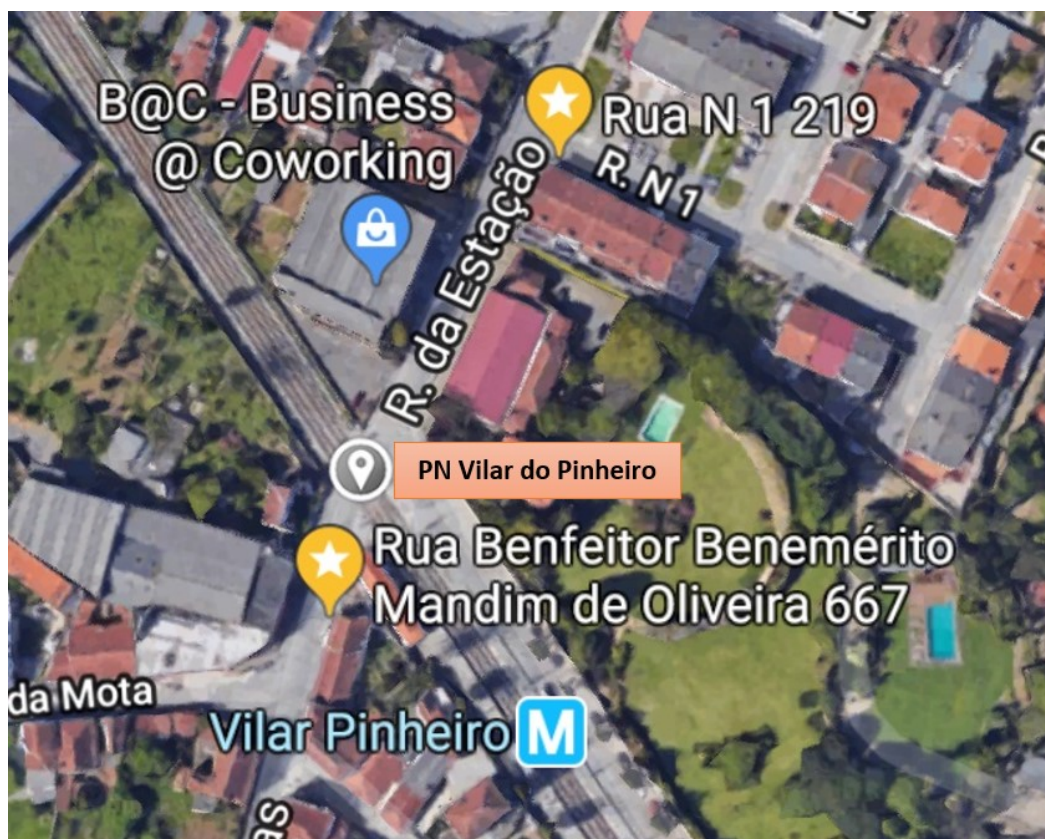


Figura 56 - Localização de onde foram feitos os inquéritos e da passagem de nível de Vilar do Pinheiro

A amostra inquirida em Vilar do Pinheiro é constituída por dois indivíduos, um do sexo feminino e outro do sexo masculino, ambos portugueses e, com idades nas faixas etárias dos 45-64 e 65 ou mais. Em termos de habilitações verifica-se que são pessoas com pouca instrução escolar, dado que uma apenas completou o 4º ano de escolaridade e outra o 12º, e quanto a atividades profissionais viu-se que um dos indivíduos está reformado e o outro se encontra empregado. Relativamente a problemas de saúde, nenhum dos inquiridos alegou sofrer de nada, por isso, neste caso não é possível averiguar a interferência do ruído na saúde dos mesmos.

No que diz respeito à relação que cada um dos inquiridos estabelece com o local onde foi realizado o inquérito (local onde mora/trabalha) e há quanto tempo é que permanecem sujeitos às condições da envolvente da passagem de nível, um dos inquiridos refere que trabalha naquele local há menos de 10 anos e outro que reside naquele local há mais de 30 anos.

A respeito da identificação do tipo de edifício onde foi feito cada inquérito, o local de residência referido é uma moradia e o local de trabalho é um espaço comercial, ambas propriedades pessoais.

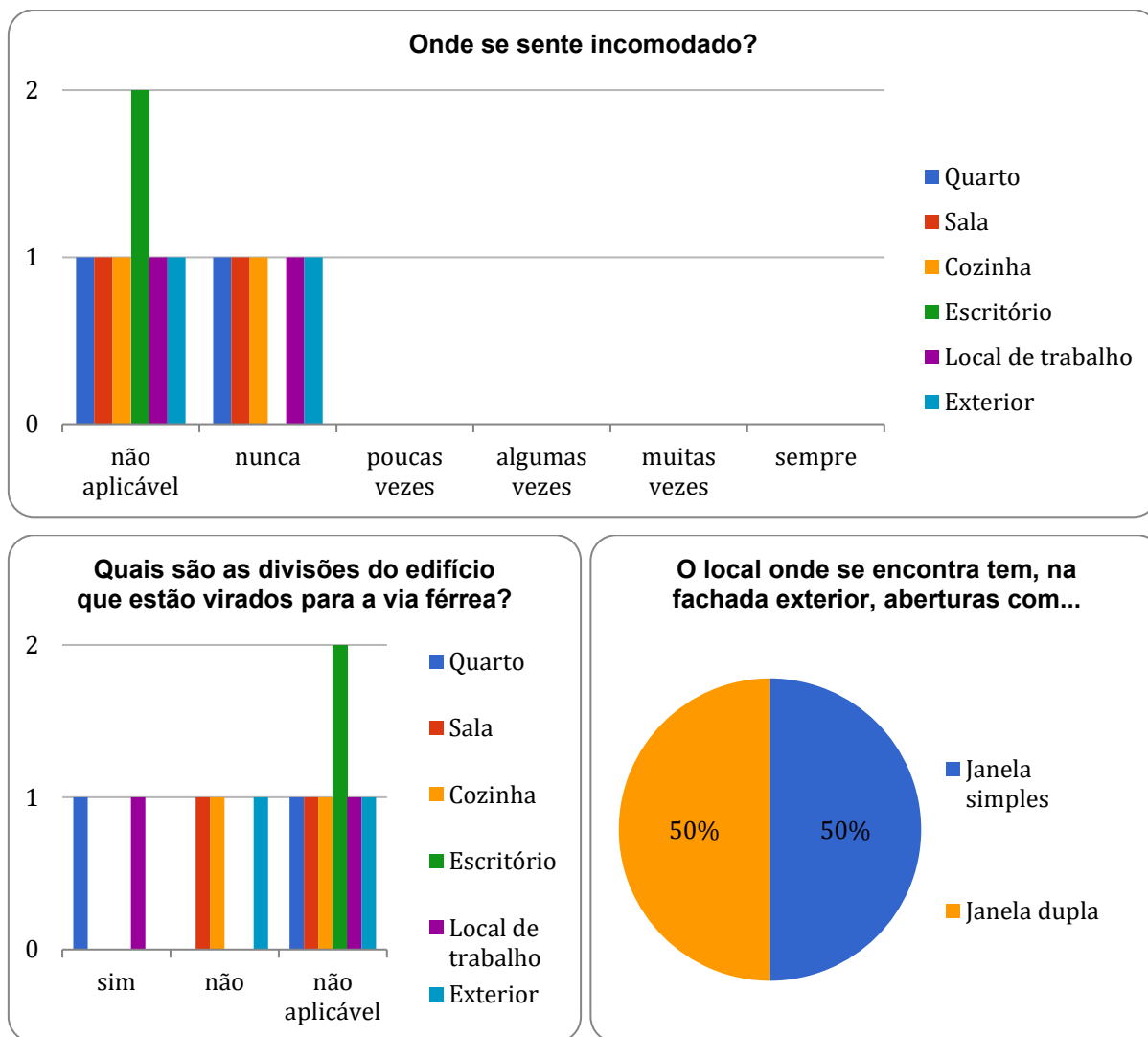


Figura 57 - Avaliação da correlação entre a posição relativa das divisões dos edifícios em relação à via férrea de Vilar do Pinheiro e a incomodidade sentida em cada uma delas

Para avaliar a relação existente entre as divisões dos edifícios que se encontram viradas para a via férrea e a incomodidade sentida pelas pessoas observe-se a Figura 57. Tendo em conta as respostas apresentadas verifica-se que apesar de o quarto da moradia e o local de trabalho se encontrarem diretamente virados para a via férrea e de os revestimentos das fachadas exteriores serem diferentes, nenhum dos inquiridos se sente incomodado pelo ruído, qualquer que seja a divisão considerada.

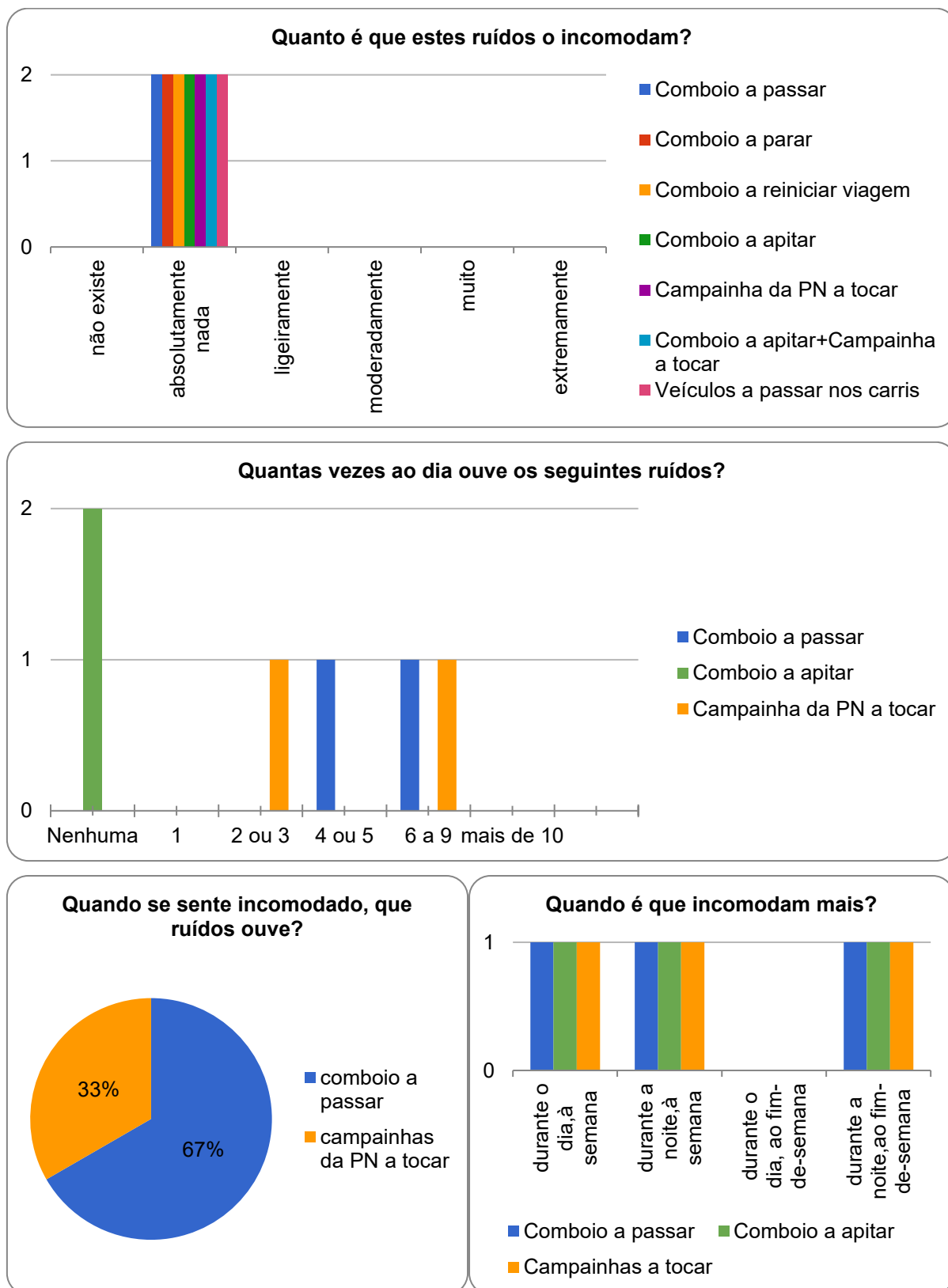


Figura 58 - Determinação de quais os ruídos que induziam maior incomodidade na PN de Vilar do Pinheiro

Posto isto, passa-se à determinação de quais os ruídos que induziam maior incomodidade (Figura 58). Consta-se que o ruído do comboio a passar é o que mais importuna as pessoas e que os períodos nos quais as pessoas se sentem mais incomodadas é durante a semana e durante a noite ao fim-de-semana. Para além destes ruídos associados ao tráfego ferroviário, vários inquiridos referiram o trânsito rodoviário como incomodativo.

No que toca à aferição da sensibilidade das pessoas ao ruído e à incomodidade causada pelo ruído emitido pelas campanhas das passagens de nível, através da escala numérica de 0 a 10, resultou o seguinte gráfico (Figura 59). Através dele é possível verificar que, relativamente ao ruído em geral, ambos os indivíduos inquiridos seleccionaram número superiores a 5, pelo que se consideram razoavelmente sensíveis ao ruído.

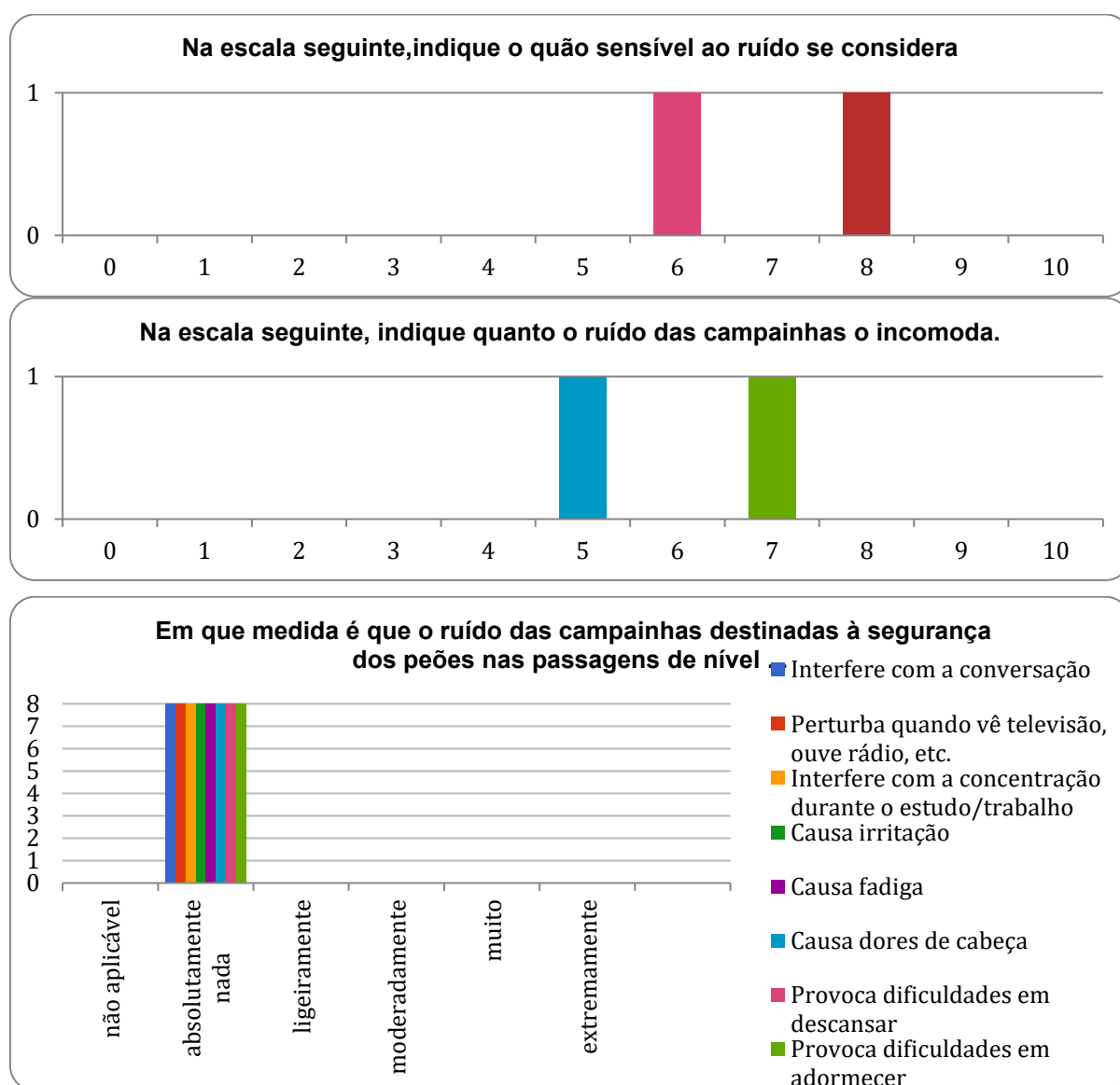


Figura 59 - Avaliação da incomodidade causada pelo ruído (em geral) e pelo ruído das campanhas na PN de Vilar do Pinheiro

Através da Figura 59 constata-se que no que toca aos resultados das perguntas referentes ao ruído das campainhas de PN, todos os inquiridos selecionaram números iguais ou superiores a 5, pelo que se pode concluir que se consideram razoavelmente incomodados pelo ruído emitido pelas campainhas.

Tendo isto em conta, passou-se a um esclarecimento maior das repercussões da exposição ao ruído destes dispositivos no dia-a-dia das pessoas. É possível afirmar que nenhum dos inquiridos se sente incomodado pelo ruído das campainhas, já que selecionaram em todas as atividades do dia-a-dia a opção absolutamente nada.

Relativamente a medidas tomadas devido ao ruído proveniente destes dispositivos nunca nenhum dos indivíduos fez nada.

Modivas Sul (junto à Estação do Metro do Porto)

Junto à passagem de nível de Modivas Sul foram inquiridas duas pessoas, nas localizações evidenciadas na Figura 60.



Figura 60 - Localização de onde foram feitos os inquéritos e da passagem de nível de Modivas Sul

A amostra inquirida na envolvente da passagem de nível de Modivas Sul é constituída por dois indivíduos, um do sexo feminino e outro do sexo masculino, ambos portugueses e com idades nas faixas etárias dos 25-44 e 65 ou mais anos. Em termos de habilitações verifica-se que são pessoas com relativamente pouca instrução escolar, dado que um dos inquiridos completou apenas o 4º ano de escolaridade e o outro o Bacharelato/ licenciatura pós Bolonha. Em termos de atividade profissional, um

dos indivíduos está reformado e o outro encontra-se desempregado. Relativamente a problemas de saúde, nenhum dos inquiridos alegou sofrer de nada, pelo que, à semelhança do caso anterior, também não foi possível averiguar a interferência do ruído na saúde.

No que diz respeito à relação que cada um dos inquiridos estabelece com o local onde foi realizado o inquérito (local onde mora/trabalha) e há quanto tempo é que permanecem sujeitos às condições da envolvente da passagem de nível, os inquiridos mencionaram que residem nesta localização há mais de 20 anos (21 – 25 anos). A respeito da identificação do tipo de edifício onde foi feito cada inquérito, um dos locais de residência referido é uma moradia e o outro é um edifício multifamiliar. A moradia é uma propriedade pessoal e o edifício multifamiliar uma propriedade arrendada

Para avaliar a relação existente entre as divisões dos edifícios que se encontram viradas para a via férrea e a incomodidade sentida pelas pessoas observe-se a Figura 61.

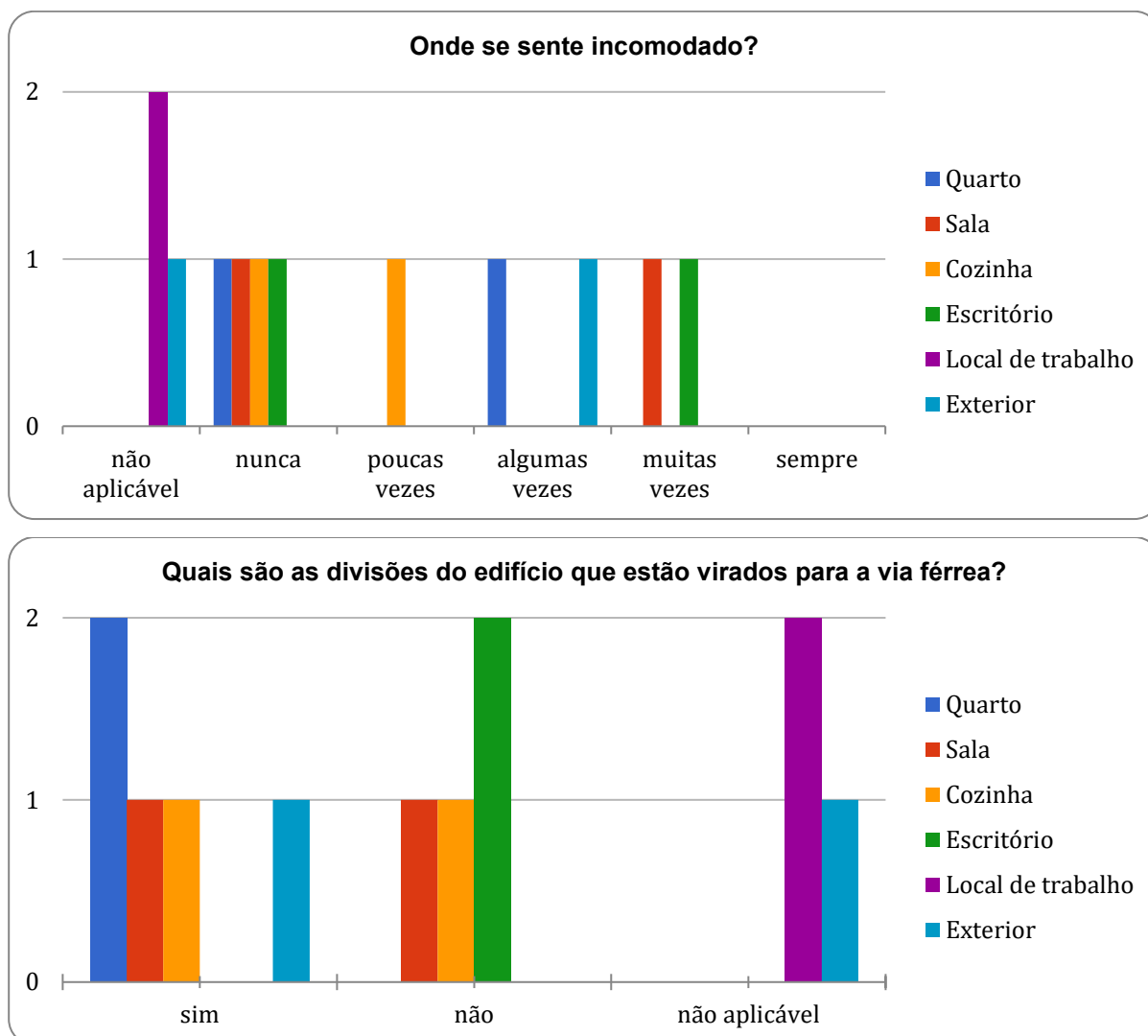


Figura 61 - Avaliação da correlação entre a posição relativa das divisões dos edifícios em relação à via férrea de Modivas Sul e a incomodidade sentida em cada uma delas

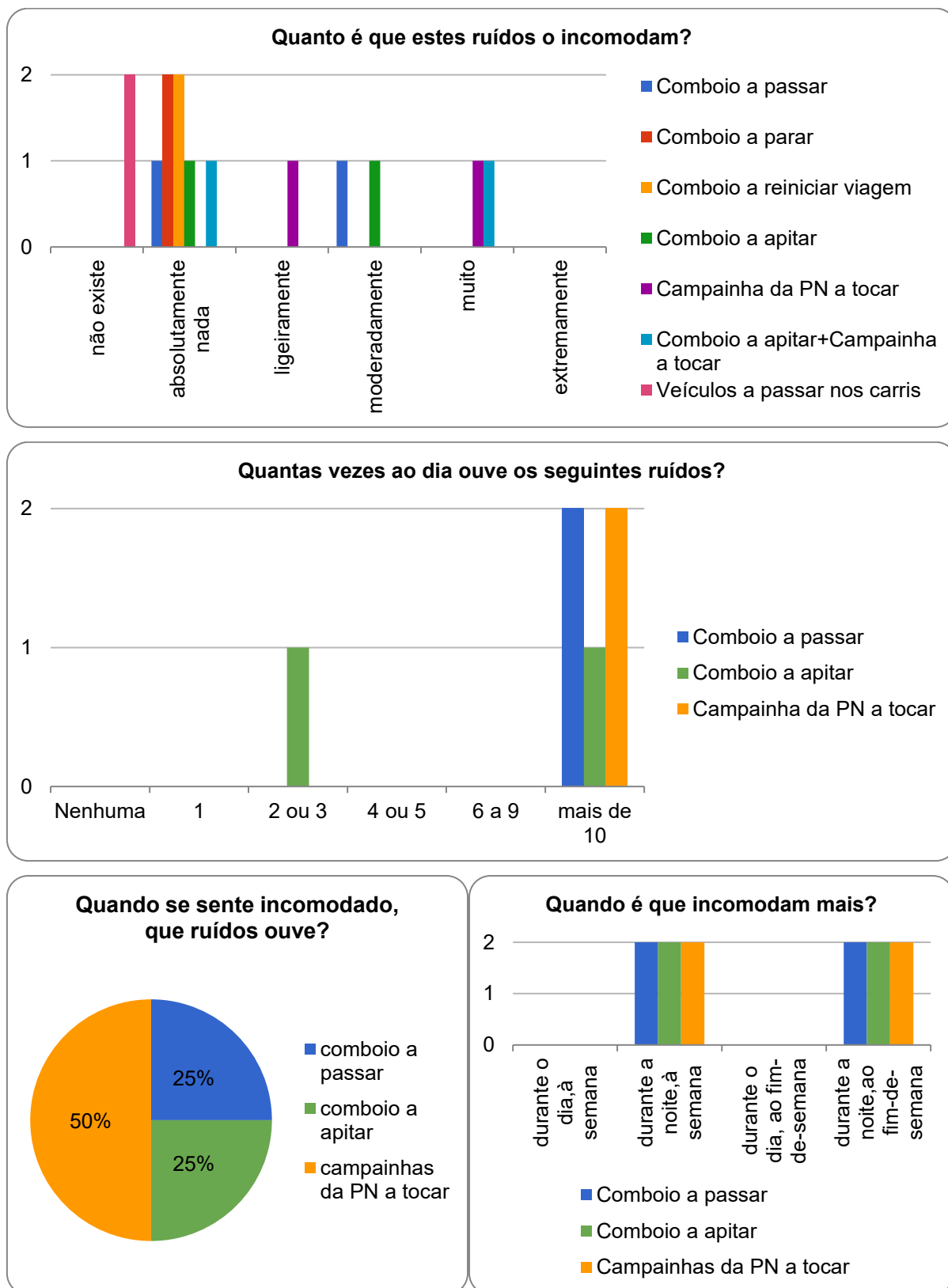


Figura 62 - Determinação de quais os ruídos que induziam maior incomodidade na PN de Modivas Sul

Tendo em conta as respostas apresentadas verifica-se que os dois quartos se encontram virados para a via férrea, mas que em nenhum dos casos os inquiridos se consideram incomodados pelo ruído. Um dos edifícios também apresenta a sala, a cozinha e o espaço exterior virados para a via férrea, constatando-se, por parte do inquirido, algum incómodo causado pelo ruído em todos eles. Destes três, o local onde o incómodo causado é mais grave é na sala.

Por outro lado, verificou-se também que apesar de o escritório de ambas as residências não estar virado para a via férrea, num deles o inquirido queixa-se de ser perturbado muitas vezes. Relativamente ao revestimento das fachadas exteriores verificou-se que ambos apresentam janelas simples.

Posto isto, passa-se à determinação de quais os ruídos que induziam maior incomodidade (Figura 62). Constata-se que o ruído da campainha a tocar é o que mais importuna as pessoas e que os períodos nos quais as pessoas se sentem mais incomodadas é durante a noite, à semana e durante o fim-de-semana.

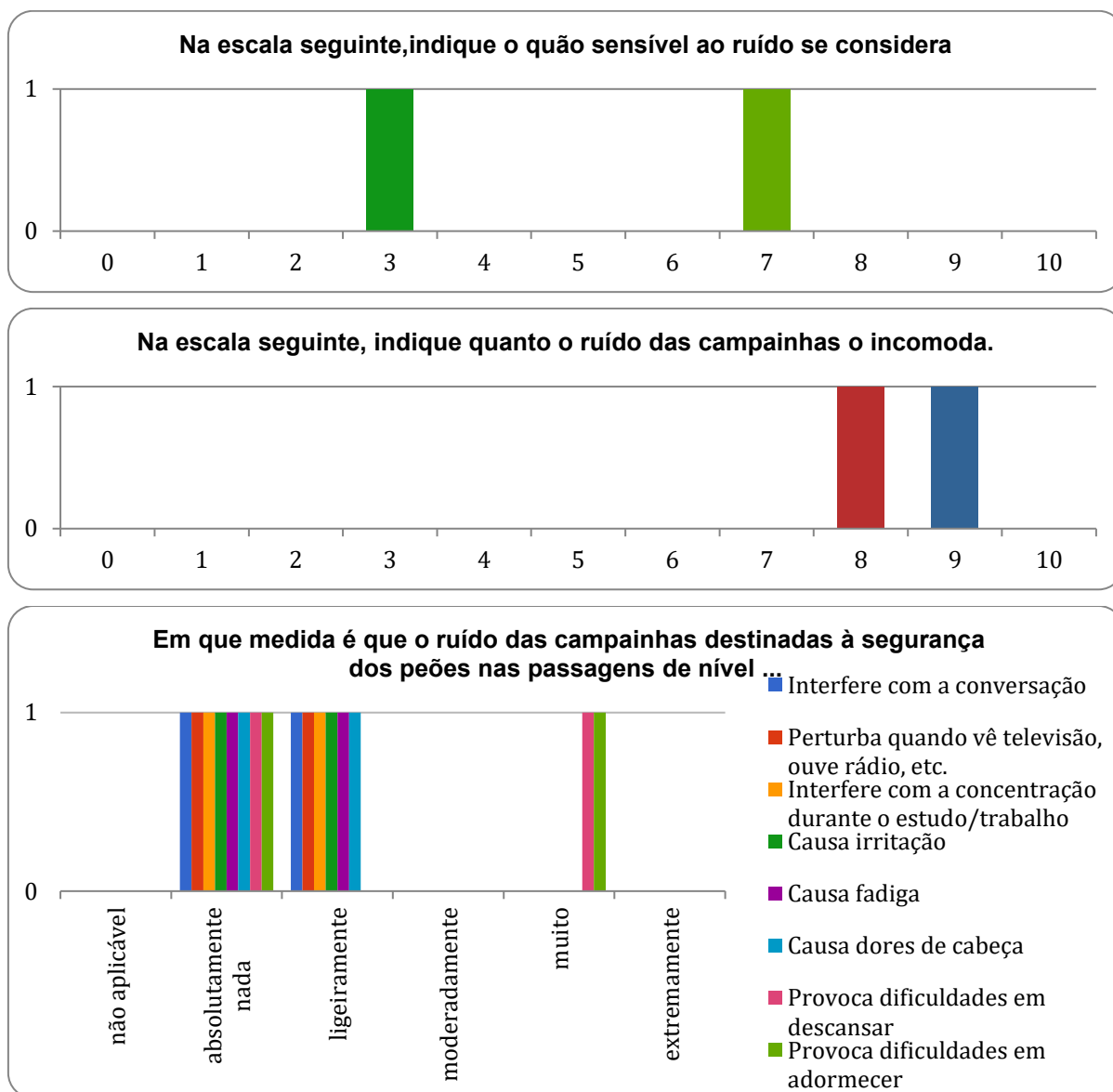


Figura 63 - Avaliação da incomodidade causada pelas campainhas na PN de Modivas Sul

Para aferir a sensibilidade das pessoas ao ruído e avaliar a incomodidade causada pelas campainhas de passagem de nível fez-se recurso, novamente a uma escala numérica de 0 a 10. Os resultados obtidos encontram-se na Figura 63. Aí é possível verificar que os inquiridos se consideram medianamente sensíveis ao ruído, dado que selecionaram o número 3 e 7 da escala.

Relativamente ao ruído emitido pelas campainhas constata-se que todos os inquiridos selecionaram superiores a 5, pelo que se pode concluir que se consideram muito incomodados pelo ruído emitido pelas campainhas.

Tendo isto em conta, passou-se a um esclarecimento maior das repercussões da exposição ao ruído destes dispositivos no dia-a-dia das pessoas. É possível afirmar que um dos dois inquiridos afirma que o ruído das campainhas provoca muitas dificuldades em descansar e em adormecer e que interfere ligeiramente com a conversação, quando vê televisão/ouve rádio, com a concentração durante o estudo/trabalho, causa irritação, fadiga e dores de cabeça. Pelo contrário, o outro inquirido não considera que o ruído interfira com as suas atividades do dia-a-dia, já que selecionou a opção “absolutamente nada” para todas as atividades. Relativamente a medidas tomadas devido ao ruído proveniente destes dispositivos nunca nenhum dos indivíduos fez nada.

Mindelo (junto à Estação do Metro do Porto)

Junto à passagem de nível de Mindelo foi inquirida apenas uma pessoa, na seguinte localização:



Figura 64 - Localização de onde foram feitos os inquéritos e da passagem de nível do Mindelo

A amostra inquirida na envolvente da passagem de nível de Mindelo é constituída por um indivíduo do sexo masculino, português e com 53 anos de idade. Em termos de habilitações completou apenas o 9º ano, é um empresário e não sofre de nenhum problema de saúde, pelo que não é possível averiguar a interferência do ruído na saúde do mesmo.

No que diz respeito à relação que estabelece com o local onde foi realizado o inquérito e há quanto tempo é que permanece sujeito às condições da envolvente da passagem de nível, aferiu-se que o inquérito foi realizado no local de trabalho do inquirido. Para além disto, observa-se também que o inquirido se encontra exposto à envolvente da passagem de nível há menos de 10 anos.

A respeito da identificação do tipo de edifício onde foi feito o inquérito o local de trabalho referido é um espaço comercial e uma propriedade pessoal com janelas simples na sua fachada.

No que toca à aferição da sensibilidade das pessoas ao ruído através da escala numérica de 0 a 10, verificou-se que o indivíduo inquirido se considera razoavelmente sensível ao ruído, dado que selecionou o número 6.

Relativamente à relação existente entre as divisões do edifício que se encontram viradas para a via férrea e a incomodidade sentida pelo indivíduo verificou-se que apesar de o local de trabalho estar virado para a via férrea, o inquirido nunca se sente incomodado pelo ruído emitido por esta.

Quanto à determinação de quais os ruídos que induzem maior incomodidade constatou-se que o inquirido não se sente incomodado por nenhum dos ruídos resultantes do tráfego ferroviário.

Para avaliar a incomodidade causada pelas campanhas de passagem de nível fez-se recurso, novamente a uma escala numérica de 0 a 10. A esta questão o inquirido respondeu através da seleção do número 3, pelo que é possível confirmar que o indivíduo questionado não se sente particularmente incomodado pelo ruído das campanhas de passagem de nível. Para além disso, também se comprovou que o ruído emitido por estes dispositivos não interfere com nenhuma das atividades do dia-a-dia mencionadas no inquérito e que não foi tomada nenhuma medida por parte do inquirido.

4.1.2 ANÁLISE GLOBAL DOS INQUÉRITOS PORTA-A-PORTA

Reunidas todas as respostas e constatações tiradas a partir das mesmas faz-se uma análise global. Observa-se, então, que, no caso dos inquéritos porta-a-porta, apesar de grande parte dos inquiridos terem reportado problemas de saúde, não os relacionavam com o nível de ruído a que pudessem estar submetidos e que cerca de 1/3 dos inquiridos moram ou trabalham junto a uma PN há mais de 5 anos (6 a 15 anos), maioritariamente em edifícios com janelas simples (51%).

Relativamente à avaliação da incomodidade provocada pelas campanhas de PN por meio de uma escala numérica, 46% consideram-se medianamente incomodados tendo reportado classificações entre 5 e 7. Verifica-se ainda que em relação ao apito do comboio ou à sinalização com campanhas, cerca de 24% manifestam-se muito ou extremamente incomodados e consideraram que ouvem esses sons, respetivamente, 26% e 43% dos inquiridos. Mais de metade da população refere também que quando se sente incomodado ouve em simultâneo vários sons associados à ferrovia, nomeadamente, a passagem do comboio (51%), apitos (43%) e campanhas (57%).

No que diz respeito à responsabilidade do município na autorização da construção de novas habitações em locais já ruidosos verifica-se que a maioria dos inquiridos ($\approx 60\%$) considera que o município deve

ter alguma ou toda a responsabilidade e que é também considerado o principal responsável por proteger as pessoas do ruído.

4.2 Inquérito online

Os formulários do inquérito *online* foram partilhados através das redes sociais e de email pessoal. Obtiveram-se 89 respostas, das quais teve de ser feita uma seleção e a alteração de algumas respostas de forma a eliminar incoerências. Após este pré-tratamento das respostas obtidas consideraram-se válidos 79 inquéritos.

Seguidamente passam-se a apresentar os principais resultados obtidos assim como a interpretação que pode ser atribuída aos mesmos, tendo em atenção os objetivos da presente dissertação.

A amostra inquirida através dos inquéritos *online* é então constituída por 79 indivíduos, 44 do sexo feminino e 35 do sexo masculino, a maioria de nacionalidade portuguesa, havendo, no entanto, um indivíduo de nacionalidade cabo-verdiana e outro brasileiro. Em termos de idade, existem indivíduos pertencentes a todos os grupos etários, mas verifica-se que a maioria está na faixa etária dos 45-64 anos e a minoria na faixa etária dos 65 ou mais anos. No que diz respeito ao nível de escolaridade e à atividade profissional verifica-se que a grande maioria (97%) tem um nível de escolaridade igual ou superior ao 12º ano, pelo que se considera que a amostra tem um elevado nível de instrução, e, para além disso, a maioria também se encontra empregado. Realça-se o facto de existir, ainda, uma percentagem considerável de estudantes (18%), uma percentagem de 6% de reformados e uma percentagem reduzida de desempregados (3%).

Relativamente a problemas de saúde, também se averiguou quais os problemas de saúde presentes na amostra e a interferência do ruído nos mesmos. Através da Figura 65, é possível constatar que existem variados problemas de saúde presentes na amostra, mas que ainda assim 32% não sofre de nenhum problema e que o problema de saúde mais recorrente são as insónias. No que toca à interferência do ruído, observou-se que são as pessoas que sofrem de insónias as principais prejudicadas. Para além disso, também se constata que existem pessoas com dificuldades auditivas, doenças do sistema circulatório e problemas de tensão arterial que consideram que o ruído interfere com esses problemas de saúde.

Destaca-se o facto de para além dos problemas de saúde sugeridos como opção no formulário do inquérito, os inquiridos terem indicado outros problemas, como é o caso da ansiedade, enxaqueca, diabetes, *burnout*, colesterol, entre outros. Destes “outros problemas” aqueles que indicaram com interferidos pelo ruído foram a ansiedade, a enxaqueca e o *burnout*.

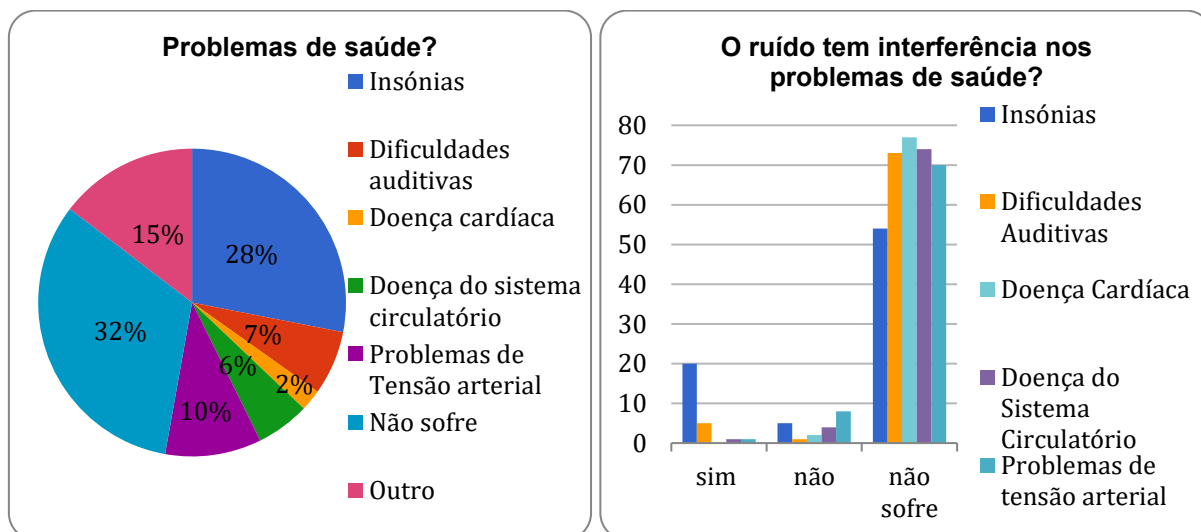


Figura 65 - Interferência do ruído nos problemas de saúde da amostra dos inquéritos *online*

Vista a caracterização socioeconómica e de saúde da nossa amostra, passou-se à averiguação da localização dos inquiridos e das características desses locais. Através da análise das respostas relativas a este assunto verificou-se que a grande maioria dos inquiridos (94%) estavam localizados na região norte do país, nomeadamente em Vila Nova de Gaia (44%) e no Porto (21%).

Posto isto e dado que o objetivo desta dissertação é o estudo da incomodidade causada pelo ruído ferroviário, em particular o ruído emitido pelas campanhas de passagem de nível, também se analisaram as posições/distâncias das pessoas inquiridas relativamente à linha ferroviária e à PN mais próxima.

Apurou-se, então, que as linhas ferroviárias mais próximas da maioria dos inquiridos eram a Linha do Norte, a Linha do Minho e a Linha do Metro do Porto, o que vai de encontro à localização referida anteriormente. Apesar disto, observou-se que cerca de 80% dos inquiridos respondeu ao inquérito estando a mais de 500 m da linha que indicou como mais próxima.

Por outro lado, 9 dos inquiridos considera morar e/ou trabalhar junto a uma passagem de nível com sinalização sonora, nomeadamente as PN de Francelos, São João de Ver, Carapeços, Esmoriz, Granja, Mindelo e Aguda, havendo duas pessoas que vivem e trabalham perto da mesma passagem de nível (Granja e Aguda), pelo que à partida se poderia considerar que se encontram sujeitas às condições da envolvente da passagem de nível durante mais tempo, por dia. Acontece que ao analisar as distâncias a que estas duas pessoas afirmam estar relativamente à respetiva PN, constata-se que o indivíduo que mora e trabalha na envolvente da PN da Aguda se encontra a menos de 50 m desta, enquanto que o indivíduo que mora e trabalha na envolvente da PN da Granja se encontra a mais de 1000 m, pelo que se pode esperar que o primeiro se poderá sentir mais incomodado pelo ruído. Para além destes dois indivíduos que moram e trabalham no mesmo local, chama-se também a atenção para um indivíduo que mora a uma distância de 50 a 100 m da PN de Francelos.

De forma a tirar ainda mais conclusões a cerca do período de exposição dos indivíduos com localização na envolvente de PN, observe-se a Figura 66.

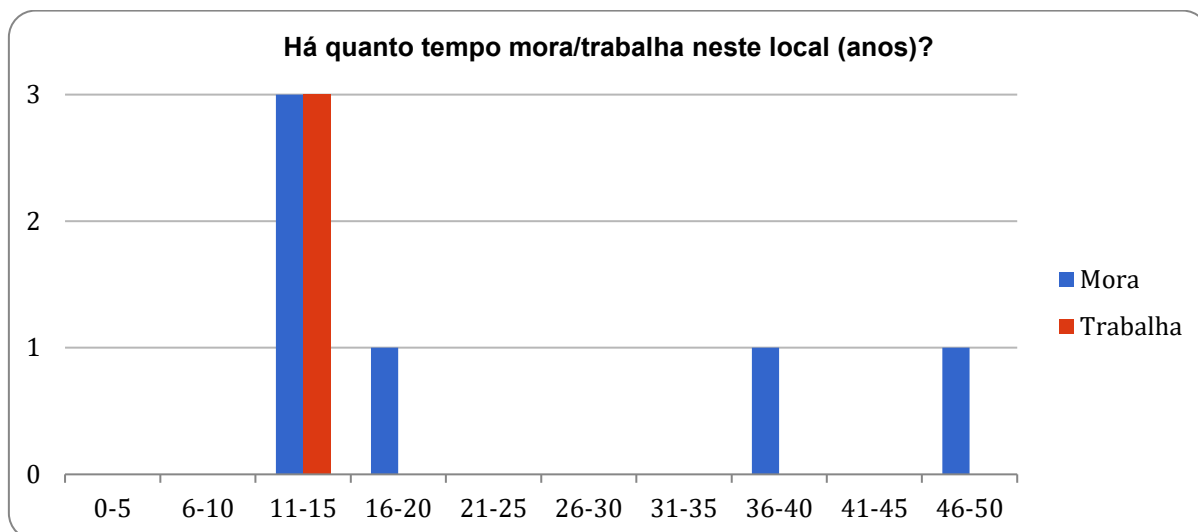


Figura 66 - Período de exposição dos indivíduos que vivem na envolvente de uma PN da amostra dos inquéritos *online*

Através da Figura 66 é possível conferir que todos os indivíduos que afirmaram viver e/ou trabalhar na envolvente de alguma PN, estão expostos à mesma há mais de 10 anos, sendo este um período de tempo já considerável.

No que toca ao tipo de edifício ao qual os inquéritos são referentes e às suas principais características apresenta-se a Figura 67. Nela se pode comprovar que a maioria dos edifícios contemplados neste estudo, feito através do inquérito *online*, são moradias ou casas particulares e propriedades pessoais, havendo um elevado número também de edifícios multifamiliares ou de comércio/serviços.

Outra constatação possível é o facto de a maioria das pessoas que responderam ao inquérito *online* o terem feito no seu local de residência e no R/C (rés-do-chão).

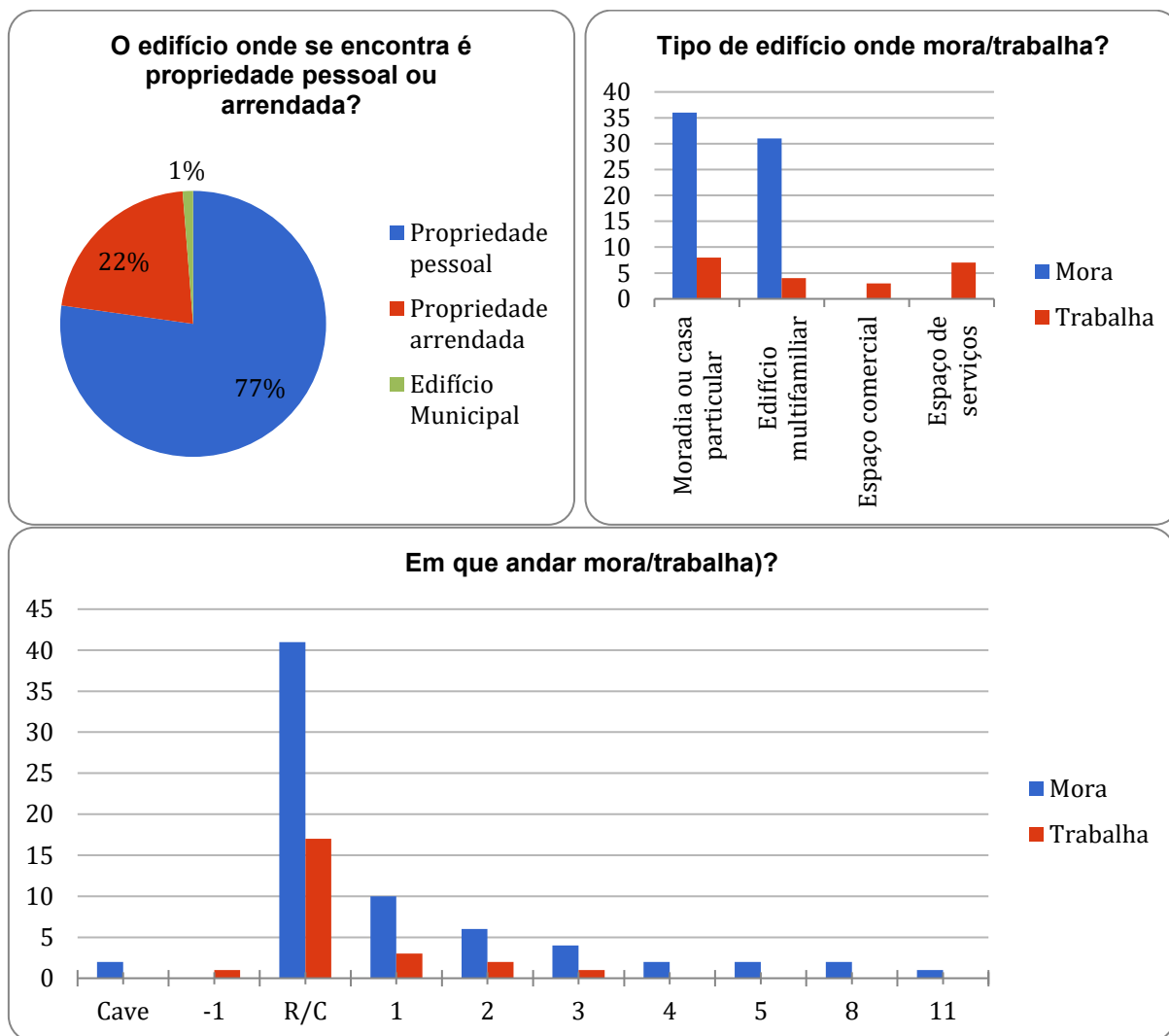


Figura 67 – Caracterização dos edifícios onde moram/trabalham os inquiridos da amostra do inquérito *online*

Para avaliar a relação existente entre a posição dos edifícios, nomeadamente das suas divisões, relativamente à via férrea mais próxima e à incomodidade sentida pelas pessoas observe-se a Figura 68. Dada a quantidade de pessoas que na divisão “local de trabalho” respondeu “não aplicável” quando questionado sobre onde se sentia incomodado, mais uma vez se confirma a ideia de que a maioria dos inquéritos foi feito no local de residência dos inquiridos.

Quanto às divisões dos locais de residência, como é o caso do *quarto*, constata-se que cerca de 38% dos inquiridos respondeu “não aplicável” e “nunca” quando questionado sobre a incomodidade que sentia e que a maioria (cerca de 87%) respondeu “não aplicável” e “não” relativamente à questão que pedia para indicar as divisões dos edifícios que estivessem viradas para a via férrea, pelo que se pode considerar que de uma forma geral os quartos não se encontram virados para a via férrea, mas que ainda existe uma percentagem considerável de pessoas que afirma ser incomodada pelo ruído. A situação da divisão *quarto* demonstra-se mais ou menos idêntica às outras divisões dos edifícios de residência.

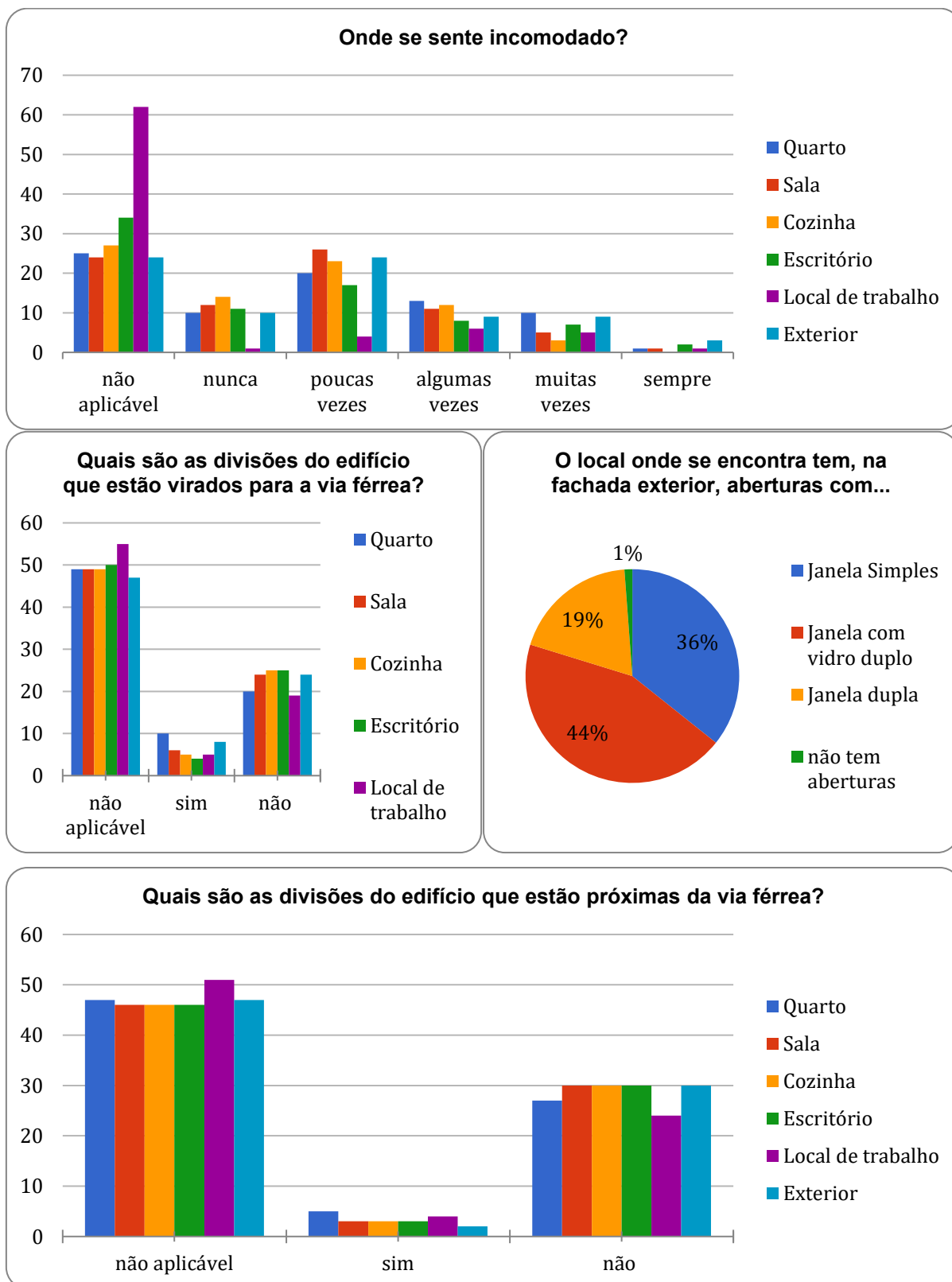


Figura 68 – Avaliação da correlação entre a posição relativa das divisões dos edifícios da amostra dos inquiridos pelo inquérito *online* em relação à via férrea mais próxima e a incomodidade sentida em cada uma delas

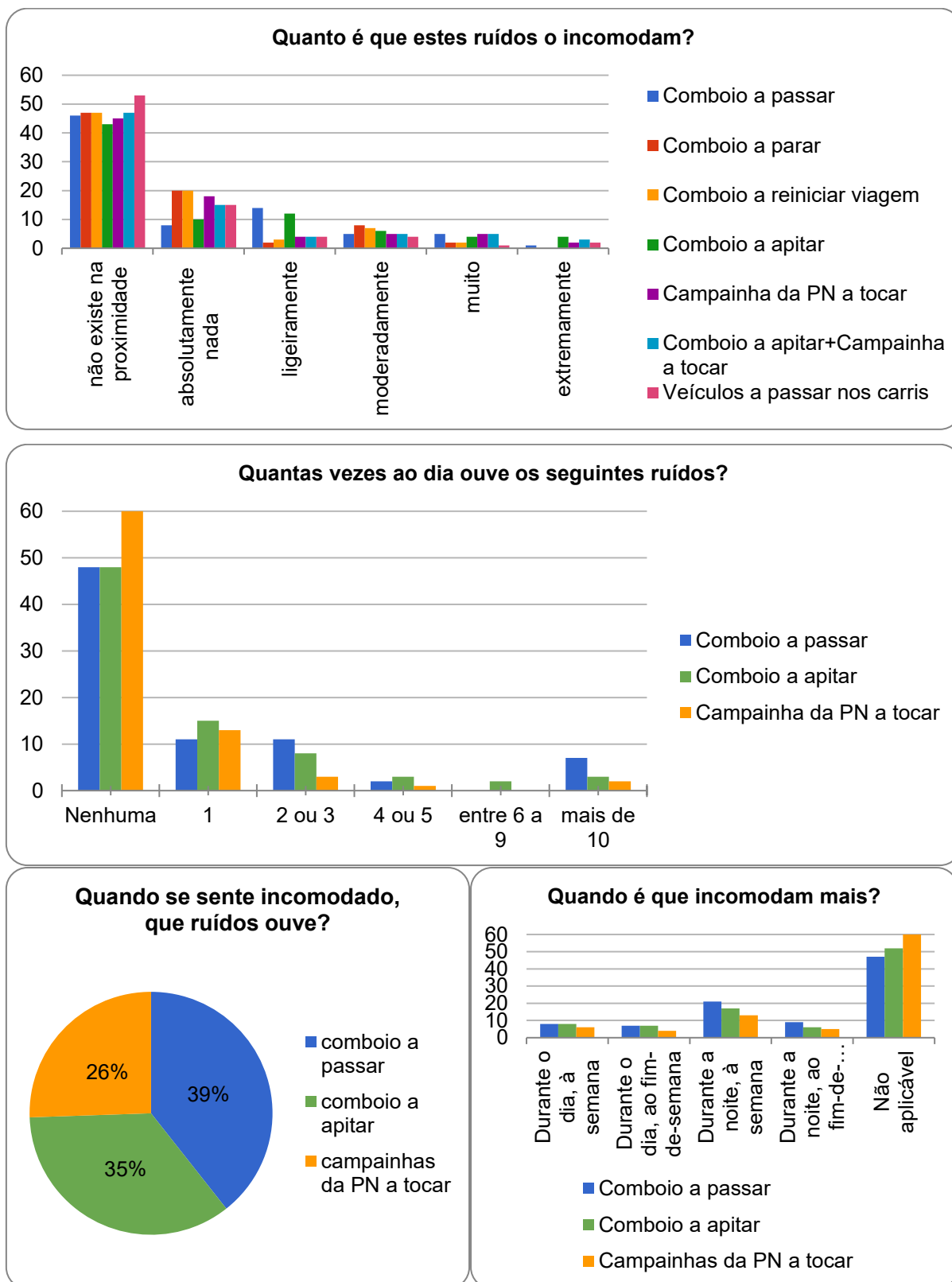


Figura 69 – Determinação de quais os ruídos que induziam maior incomodidade na PN mais próxima dos inquiridos pelo inquérito *online*

No último gráfico da Figura 68 realça-se o facto de só uma reduzida percentagem das divisões dos edifícios estarem próximos da via férrea, sendo que tal se deve ao facto de a maioria dos inquiridos responderem serem relativos a distâncias superiores a 500 m da linha mais próxima. No que diz respeito à fachada exterior dos edifícios verifica-se que a maioria possui janelas de vidro duplo, mas ainda existe uma percentagem considerável de edifícios com janelas simples.

Avaliada a questão das posições relativas das divisões dos edifícios e a incomodidade associada, passa-se à averiguação de quais os ruídos que incomodam mais. Como se pode ver pela Figura 69 o ruído que mais perturba os inquiridos é o comboio a passar, muito embora também haja uma percentagem considerável de pessoas a queixar-se do ruído do comboio a apitar.

Para além dos ruídos provenientes do tráfego ferroviário, ainda foram referidos outros ruídos como provocadores de incómodo, nomeadamente o ruído emitido pelo tráfego e pelo engarrafamento rodoviário, pelas obras e máquinas, pelas pessoas, pelas sirenes e buzinas e pelo fogo de artifício.

Para aferir a sensibilidade das pessoas ao ruído e avaliar a incomodidade causada pelas campainhas das passagens de nível fez-se novamente recurso a uma escala numérica de 0 a 10, onde o 0 representa nada incomodado e o 10 extremamente incomodado. Para além disso, também se questionaram os inquiridos no que diz respeito à forma como o ruído das campainhas de passagem de nível têm implicações nas diversas atividades do quotidiano das pessoas.

As respostas a estas questões apresentam-se de seguida na Figura 70. É possível verificar que os inquiridos, na sua generalidade, se consideram relativamente sensíveis ao ruído, já que a maioria respondeu com um número igual ou superior a 5.

Relativamente à incomodidade causada pelo ruído emitido pelas campainhas se observa que a maioria não se considera particularmente incomodada, dado que seleccionou números iguais ou inferiores a 5.

No que diz respeito à interferência do ruído das campainhas nas diversas atividades do quotidiano, confirma-se que a maioria dos inquiridos não se considera incomodado, já que respondeu “não aplicável” e “absolutamente nada”, existindo, no entanto, algumas pessoas que se consideram incomodadas no seu dia-a-dia por este ruído.

Realça-se, ainda o facto de um dos inquiridos ter referido que o ruído das campainhas estraga o ambiente do local em questão.

Para combater a incomodidade causada por estes dispositivos também foram tomadas algumas medidas, nomeadamente, reclamações, investimento em isolamento de fachada, petições de moradores, procura de informação para redução de ruído, utilização de protetores de ouvidos, recurso a medicação e contactar a imprensa. A tomada destas medidas, por sua vez, resultou, nalguns casos, em efeitos proveitosos como a instalação de barreiras acústicas nas ferrovias, a troca de campainhas e a proibição de abate de algumas árvores que ajudavam à atenuação do ruído.

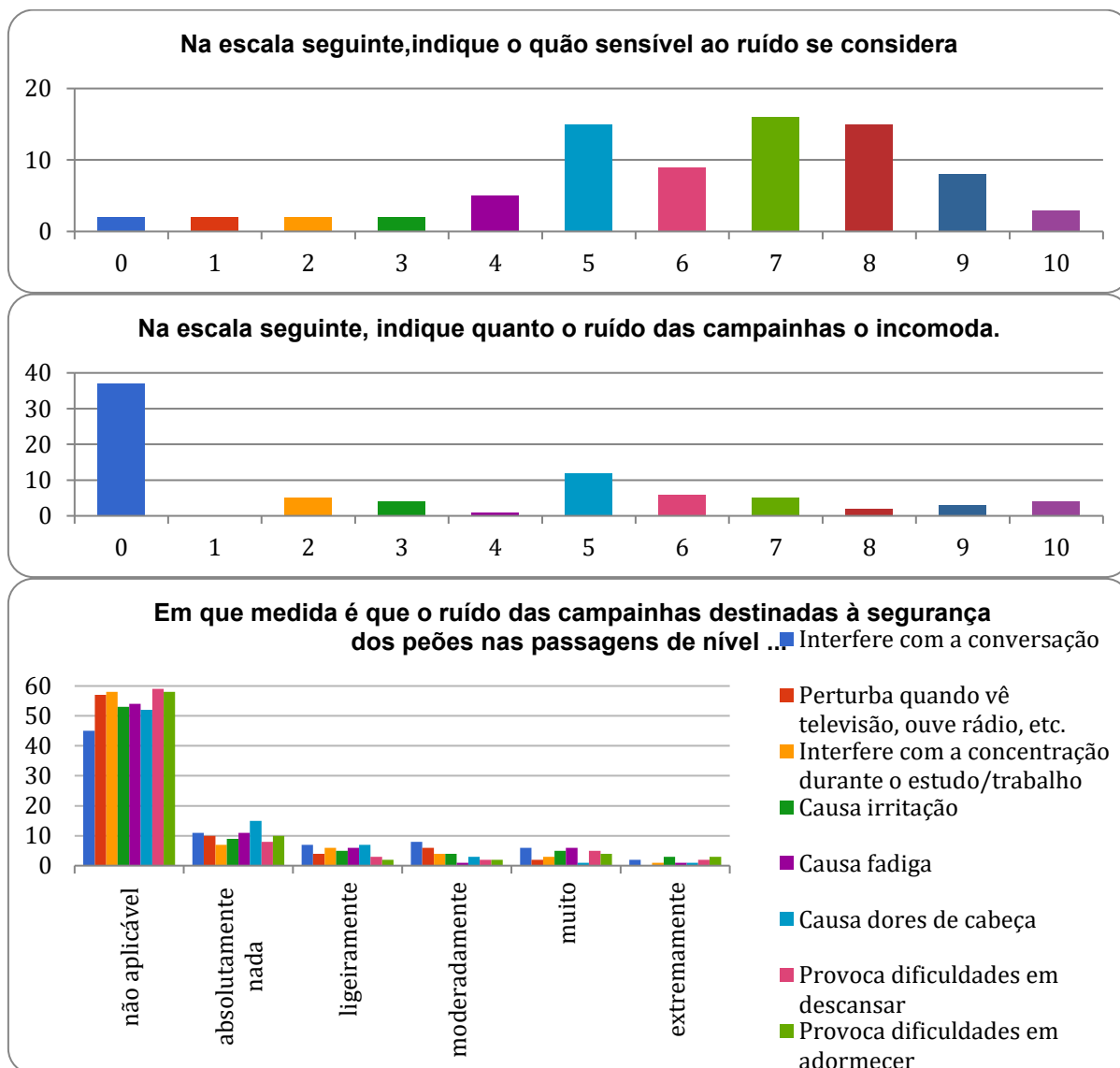


Figura 70 – Avaliação da incomodidade causada pelo ruído (em geral) e pelo ruído das campanhas das PN mais próximas dos inquiridos pelo inquérito *online*

4.3 Inquérito porta-a-porta versus inquérito *online*

Neste subcapítulo pretende-se fazer uma reflexão acerca das diferenças e semelhanças entre as respostas obtidas com o inquérito porta-a porta e o inquérito *online*. Para além disso, tenciona-se também fazer a análise das respostas às duas últimas questões destes inquéritos, ou seja, as relativas à opinião das pessoas no que diz respeito à responsabilidade dos Municípios, no que toca à autorização de construção em locais que já são ruidosos, e outras entidades ou indivíduos no que toca a proteger as pessoas do ruído.

4.3.1 DIFERENÇAS E SEMELHANÇAS

A diferença mais óbvia entre as respostas obtidas através do inquérito porta-a-porta e o *online* é o facto de a localização no caso do inquérito porta-a-porta ser escolhida e a localização dos inquéritos *online* depender das pessoas que se disponibilizarem para o responder. Por outro lado, e como já referido anteriormente, o inquérito *online* permite abranger uma área territorial maior, tendo-se conseguido obter respostas referentes a PN adicionais àqueles a que se conseguiu ter acesso com os inquéritos porta-a-porta.

Para além disso, quando se faz um inquérito porta-a-porta fica-se logo a conhecer melhor a realidade de quem o responde, ao contrário do que acontece nos inquéritos *online*.

Tendo isto em conta, facilmente se percebe que existe um desconhecimento e uma incerteza muito maior associada aos inquéritos *online*, já para não falar das incoerências nalgumas das respostas recebidas, que no caso dos inquéritos porta-a-porta, visto serem feitos pessoalmente, podem ser logo resolvidas no momento, enquanto que no caso dos inquéritos *online* tal forma de atuar não é possível.

Relativamente às respostas propriamente ditas, é possível constatar, tanto nos inquéritos porta-a-porta como nos inquéritos *online*, que em situações idênticas as pessoas têm, muitas vezes respostas completamente opostas, não sendo possível, portanto, ter uma noção exata e geral daquilo que incomoda ou não as pessoas e daquilo que se pode fazer para gerar o bem comum. As pessoas são diferentes umas das outras e perante o mesmo estímulo não têm a mesma sensação ou reação.

Apesar disso, um aspeto em comum entre os inquéritos porta-a-porta e os inquéritos *online* realizados é que nos dois se obtiveram respostas sobre a PN de Francelos, Aguda, Granja e Mindelo.

Tendo isto em conta, é possível verificar que existem algum factos e opiniões comuns no que diz respeito à PN de Francelos, nomeadamente que a maioria das pessoas se sente bastante incomodada pelo ruído emitido aquando da passagem do comboio, aquelas que sofrem de insónias sentem que o ruído interfere com este problema de saúde, que a maioria já investiu ou tem as suas fachadas exteriores protegidas com janela dupla ou janela de vidro duplo. Apesar destas semelhanças, existem também algumas diferenças de opinião, como é o caso da incomodidade provocada pelo ruído das campainhas. Existem pessoas que não se sentem incomodadas e outras que sim.

Já relativamente à PN da Aguda, verifica-se essencialmente que nos inquéritos porta-a-porta as pessoas se revelam, na sua maioria, pouco ou nada incomodadas pelo ruído ferroviário, havendo, no entanto, um indivíduo que se sente incomodado pelas campainhas. Para além disso, os edifícios que possuem janelas (moradias) estão protegidos com vidro duplo. Pelo contrário, no inquérito *online* respondido na envolvente desta PN, o inquirido queixa-se de muita incomodidade resultante de todo o ruído ferroviário. Neste questionário é referido, por sua vez, que apesar de uma das medidas tomadas para redução do ruído ter sido o investimento em isolamento sonoro de fachada, este continua a ter janelas simples no edifício. Este indivíduo também defende que o ruído interfere com as suas insónias.

Nos inquéritos referentes à envolvente da PN da Granja também se constatarem algumas semelhanças e diferenças. Nos inquéritos porta-a-porta, contrariamente aos casos anteriores o inquirido que sofria de insónias afirmou que o ruído não interferia com estas. Relativamente aos isolamentos sonoros das fachadas exteriores nesta amostra haviam diversos tipos, nomeadamente janela simples, janela dupla e janela com vidro duplo. Contrariamente ao que se verificou nos casos anteriores neste conjunto de

inquéritos reparou-se que o indivíduo que no respetivo edifício tinha janela dupla, era aquele que se sentia mais incomodado pelo ruído. No que toca à incomodidade provocada pelas campainhas, na sua maioria, consideram-se incomodados, havendo uma exceção. Quando incomodados, para além do ruído proveniente das campainhas também se queixam do ruído do comboio a passar. No inquérito online feito nas proximidades desta PN, por outro lado, o indivíduo está num edifício com janelas com vidro duplo, a mais de 1000 m da PN e afirma que não se sente incomodado de maneira nenhuma pelo ruído ferroviário. Em termos de problemas de saúde este indivíduo sofre de tensão arterial, mas também não considera que o ruído interfira.

Por fim, ao comparar o inquérito porta-a-porta com o inquérito *online* da envolvente da PN do Mindelo é possível verificar quem nem um nem outro se sentem particularmente incomodados por nenhum ruído, apesar de se considerarem sensíveis ao ruído, de possuírem isolamentos da fachada exterior nos edifícios respetivos e de serem ambos indivíduos saudáveis.

4.3.2 OPINIÃO RELATIVA À RESPONSABILIDADE DE PROTEÇÃO DAS PESSOAS DO RUÍDO POR PARTE DOS MUNICÍPIOS E OUTRAS ENTIDADES

Finalmente, quis-se, então, saber, na fase final de ambos os inquéritos, qual a opinião das pessoas no que toca à responsabilidade dos Municípios relativamente à autorização de construção de novas habitações em locais que já são ruidosos, e outras entidades ou indivíduos no que toca a proteger as pessoas do ruído. Para tal, usou-se, mais uma vez, uma pergunta em que as pessoas respondiam segundo uma escala numérica, de 1 a 5, onde o 1 correspondia a “Nenhuma responsabilidade” e o 5 a “Toda a responsabilidade” por parte do município para a autorização da construção de novas habitações em locais ruidosos e uma pergunta de escolha múltipla onde as pessoas selecionavam as entidades/pessoas que consideravam que tinham o dever de as proteger do ruído.

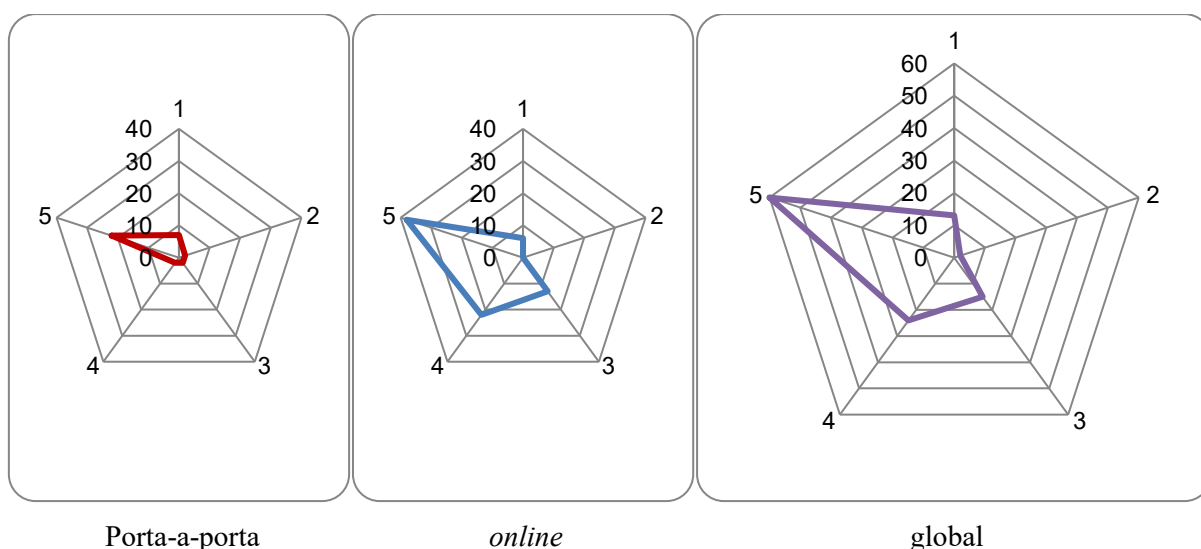


Figura 71 - Opinião das pessoas no que toca à responsabilidade dos Municípios relativamente à autorização de construção de novas habitações em locais que já são ruidosos (1 – *Nenhuma responsabilidade*; 5 – *Toda a responsabilidade*; 0 a 60 – nº de pessoas que selecionaram a opção)

A partir da Figura 71 é possível verificar que apesar da opinião relativa à responsabilidade do município na autorização da construção de novas habitações em locais já ruidosos, de uma forma geral, ser igual nos inquéritos porta-a-porta e *online*, nos inquéritos *online* observa-se uma repartição das respostas pelos vários graus de responsabilidade indicados pela escala numérica.

A maioria das pessoas que responderam tanto ao inquérito porta-a-porta como o *online* considera que os municípios devem ter alguma ou toda a responsabilidade na autorização de construções de novas habitações em locais ruidosos, mas há, contudo, uma minoria que defende exatamente o contrário.

Realça-se o facto de não se terem considerado para esta análise os dois indivíduos que não responderam a esta questão, de forma aos gráficos serem mais homogéneos.

Já na Figura 72 é possível constatar que a repartição da responsabilidade atribuída ao responsável pela fonte de ruído, construtor e projetista é a principal diferença entre os resultados obtidos nos inquéritos porta-a-porta e *online*. No entanto, através de ambos os tipos de inquéritos realizados é considerado pela maioria que o município deve ser o principal responsável de proteger as pessoas do ruído.

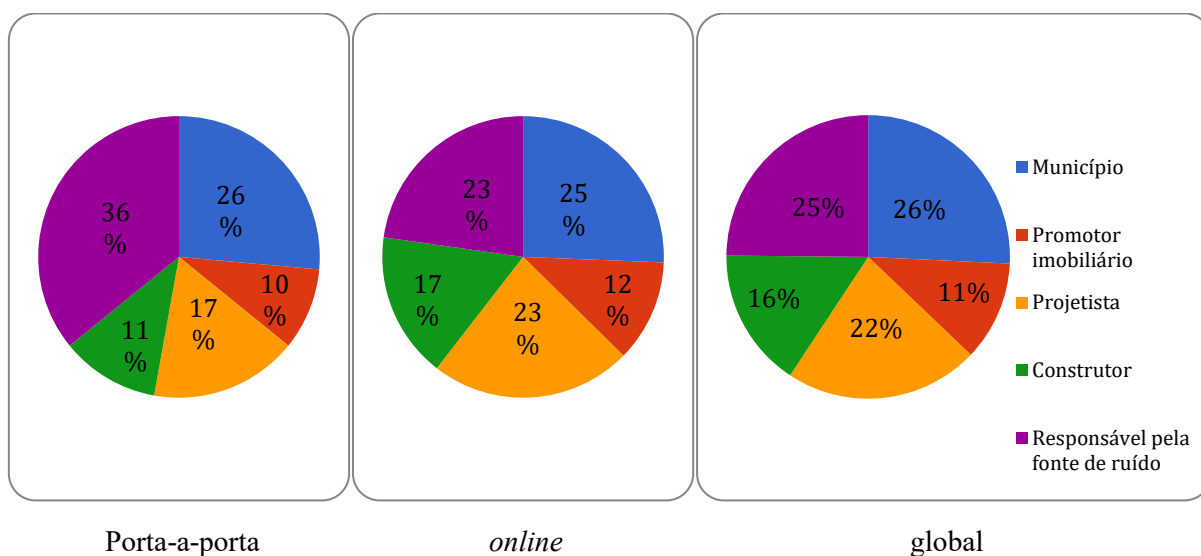


Figura 72 - Opinião das pessoas no que toca à responsabilidade dos Municípios e outras entidades ou indivíduos no que relativamente a proteger as pessoas do ruído

5

CARACTERIZAÇÃO SONORA DE CAMPAINHAS DE PASSAGEM DE NÍVEL

5.1 Introdução

Para se proceder a uma caracterização objetiva do ruído proveniente das campainhas das passagens de nível de Portugal procedeu-se, tal como já referido anteriormente, à realização de medições acústicas a algumas campainhas pré-selecionadas de forma a depois se fazer uma análise cruzada entre estas, as medições já anteriormente realizadas e os inquéritos realizados na sua envolvente e a tirarem-se algumas conclusões. Para cada passagem de nível/campainha pré-selecionada fizeram-se duas medições diferentes, uma próxima da fonte sonora e outra junto à casa/edifício mais próximo.

As medições foram realizadas com um sonómetro e com o auxílio de um tripé e o parâmetro medido foi o L_{eq} , nível de pressão sonora contínua equivalente.

5.2 Plano do caso de estudo

A seleção das campainhas das passagens de nível onde se fizeram as medições foi feita consoante o tempo e os meios disponíveis, nomeadamente o transporte, a disponibilidade do engenheiro incumbido dessas medições e toda a documentação burocrática necessária. Tendo isto em conta, optou-se pela escolha das linhas do Norte, do Ramal da Colpor e do Metro do Porto, que por serem linhas relativamente próximas da FEUP e por possuírem um número significativo de passagens de nível com campainhas se consideraram como uma amostra acessível e representativa daquilo que acontece em Portugal.

Importa referir que após a escolha das linhas ferroviárias onde se iam fazer as medições acústicas e o acordo das datas para a sua realização, consoante as disponibilidades, se procurou fazer um trabalho de pesquisa prévio de localização das passagens de nível existentes nessas linhas, de forma a perceber a quantidade de passagens de nível existente em cada uma das linhas, a planear a quantidade de medições a fazer em cada dia de trabalho de campo e a traçar o melhor trajeto.

5.3 Medições acústicas

5.3.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Em todas as passagens de nível as medições foram feitas num ponto próximo da fonte sonora (aproximadamente a 3 m) e num ponto mais afastado, junto à casa mais próxima e, aproximadamente a 3 m da parede da casa).

Na maioria dos casos as campainhas tocam até 3 minutos, dependendo este intervalo de tempo de inúmeros fatores. Por exemplo, se o comboio para ou não perto dessa passagem de nível, do tipo de campainha, do tipo de barreiras ou da frequência da passagem de comboios.

Em passagens de nível com barreiras automáticas e campainhas eletrónicas verificou-se que o período de tempo que a campainha toca é bem menor do que nos casos em que a campainha é mecânica e as barreiras movidas por força manual.

Nem sempre se conseguiu fazer medição durante o tempo total que a campainha estava a tocar devido à existência de ruído de tráfego automóvel, de passagem de comboio e pessoas a conversar. Tal não influencia, no entanto, as medições acústicas feitas porque o som das campainhas é contínuo e estável, pelo que não são necessárias medições de longa duração.


As campainhas das passagens de nível medidas localizam-se nas linhas do Norte e do Metro do Porto.

5.3.2 MEDIÇÕES METEOROLÓGICAS

A propagação do som ao ar livre é influenciada por diversos fatores, nomeadamente a temperatura, a velocidade do vento e humidade relativa do ar, pelo que foi necessário fazer também medições meteorológicas para medir estas variáveis.

Tendo as medições acústicas às campainhas sido feitas em dois dias diferentes, apresentam-se no Quadro 3 as condições em que as mesmas foram realizadas.

Quadro 3 - Condições meteorológicas das medições acústicas realizadas

Data da medição Acústica	PN's analisadas	Condições	Medição das condições meteorológicas
16 de maio de 2018	<ul style="list-style-type: none"> – Francelos – Miramar – Aguda – Granja – Espinho – Silvalde 	<p>Céu limpo</p> <p>Temperatura: 22°C</p> <p>Vento: 1,4 a 1,8 m/s</p> <p>Humidade relativa: ≈ 53%</p>	
25 de maio de 2018	<ul style="list-style-type: none"> – Mosteirô – Pedras Rubras – Vilar do Pinheiro – Modivas Sul – Mindelo – Árvore 	<p>Céu nublado com aguaceiros</p> <p>Temperatura: 19,2°C</p> <p>Vento: 0,2 a 0,6 m/s</p> <p>Humidade relativa: ≈ 86%</p>	

5.3.3 CARACTERIZAÇÃO DOS LOCAIS DE MEDIÇÃO

Linha do Norte

Na linha do Norte fizeram-se medições nas passagens de nível de Francelos, Miramar, Aguda, Granja, Espinho e Silvalde, as quais apresentam as características indicadas na Figura 73 a Figura 78.



Localização dos pontos de medição e da campanha da PN de Francelos

Francelos

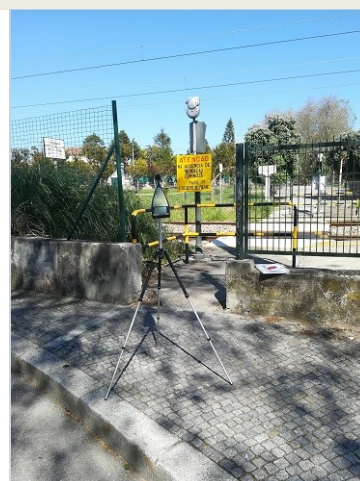
(PN do pk 325,417 da Linha do Norte)

Campanha mecânica

Só tem passagem para pessoas



Campanha de sinalização ferroviária da passagem de nível de Francelos



Medição acústica no ponto mais próximo da campanha de Francelos



Medição acústica no ponto mais afastado da campanha de Francelos

Figura 73 - Caracterização da PN de Francelos



Localização dos pontos de medição e da campanha da PN de Miramar

Miramar

(PN do pk 323,850 da Linha do Norte)

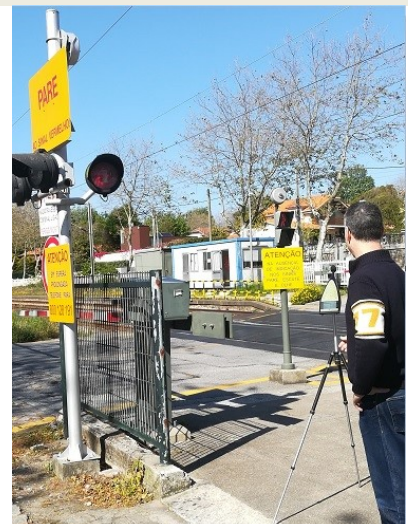
Campainha mecânica

Passagem para pessoas e veículos

São 2 campainhas a tocar em simultâneo



Campainha de sinalização ferroviária da passagem de nível de Miramar



Medição acústica no ponto mais próximo da campanha de Miramar



Medição acústica no ponto mais afastado da campanha de Miramar

Figura 74 - Caracterização da PN de Miramar



Localização dos pontos de medição e da campainha da PN da Aguda

Aguda (PN do pk 321,702 da Linha do Norte)

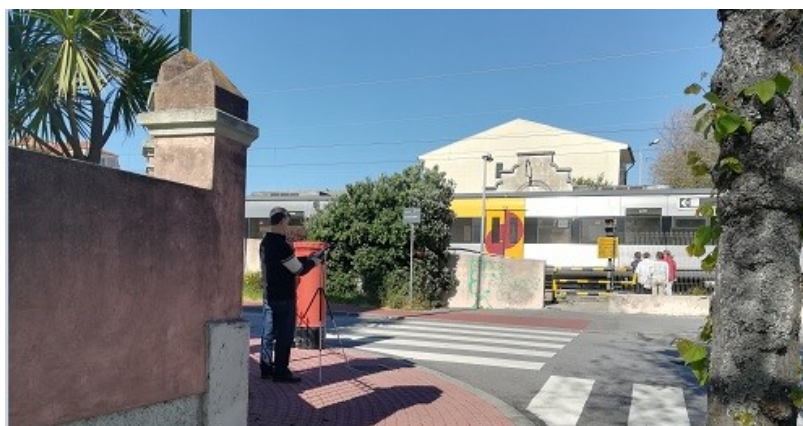
Campainha eletrónica
Passagem só para pessoas



Campainha de sinalização ferroviária da passagem de nível da Aguda



Medição acústica no ponto mais próximo da campainha da Aguda



Medição acústica no ponto mais afastado da campainha da Aguda

Figura 75 - Caracterização da PN da Aguda



Localização dos pontos de medição e da campainha da PN da Granja

Granja

(PN do pk 320,704 da Linha do Norte)

Campainha mecânica

Barreiras Manuais

Passagem para pessoas e veículos



Medição acústica no ponto mais próximo da campainha da Granja



Medição acústica no ponto mais afastado da campainha da Granja

Figura 76 - Caracterização da PN da Granja



Localização dos pontos de medição e da campainha da PN de Espinho

Espinho

(PN do pk 319,902 da Linha do Norte)

Campainha mecânica - estava virada para a rua e não para a ferrovia, pelo que era mais ruidosa

Barreiras Manuais

Passagem para pessoas e veículos



Medição acústica no ponto mais próximo da campainha de Espinho



Medição acústica no ponto mais afastado da campainha de Espinho

Figura 77 - Caracterização da PN de Espinho



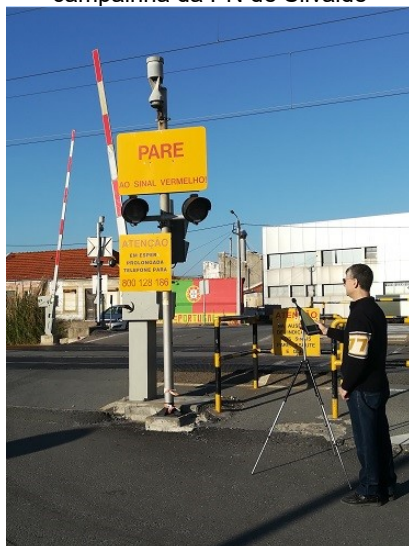
Localização dos pontos de medição e da campainha da PN de Silvalde

Silvalde

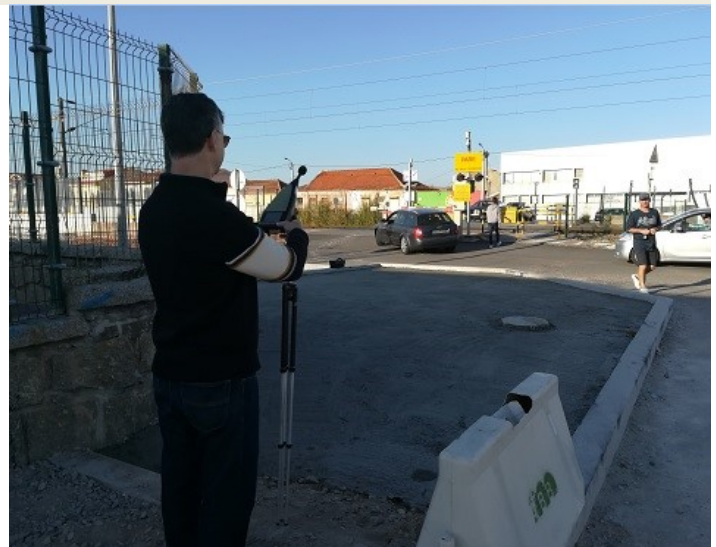
(PN do pk 315,616 da Linha do Norte)

Campainha eletrónica

Passagem para carros e pessoas



Medição acústica no ponto mais próximo da campainha de Silvalde



Medição acústica no ponto mais afastado da campainha de Silvalde

Figura 78 - Caracterização da PN de Silvalde

Ramal da Colpor

O Ramal da Colpor é um troço da antiga linha do Minho, que se manteve ativo aquando da sua alteração, para a passagem de comboios de mercadorias. Este Ramal possui apenas ligação com a Linha do Minho e uma PN em Mosteirô.

Mosteirô

(PN do pk 21,011 do Ramal da Colpor)

Campainha mecânica
Passagem para pessoas e veículos



Passagem de nível de Mosteirô



Linha ferroviária junto à passagem de nível de Mosteirô

Figura 79 - Caracterização da PN de Mosteirô

Ao visitar esta passagem de nível verificou-se que os carris estavam muito escuros, pelo que se suspeitou que já não passavam comboios naquela zona há muito tempo. Optou-se por confirmar a ideia através de perguntas a habitantes da região, que referiram que a frequência de passagem dos comboios nessa passagem é muito reduzida, chegando às vezes a ser superior a 6 meses, e que a maioria dos comboios que passam são de mercadorias, uma vez que esta linha tem ligação direta ao Porto de Leixões.

Posto isto, não foi possível fazer medição acústica à campainha desta PN.

Linha do Metro do Porto

Na linha do Metro do Porto visitaram-se as PN de Pedras Rubras, Vilar do Pinheiro, Modivas Sul, Mindelo e Árvore (linha B).



Localização dos pontos de medição e da campainha da PN de Pedras Rubras

Pedras Rubras

(junto à Estação do Metro do Porto)

Campainha mecânica

Passagem para peões e veículos



Campainha de sinalização ferroviária da passagem de nível de Pedras Rubras



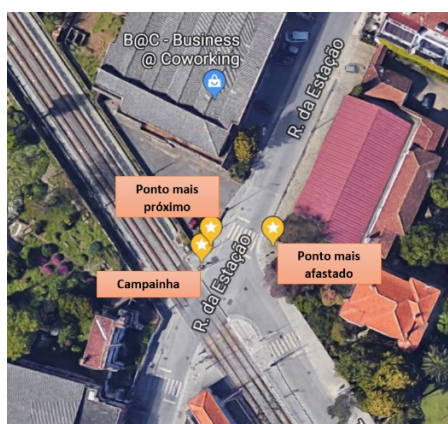
Medição acústica no ponto mais próximo da campainha de Pedras Rubras



Medição acústica no ponto mais afastado da campainha de Pedras Rubras

Figura 80 - Caracterização da PN de Pedras Rubras

Convém realçar, como se pode ver pela última imagem da Figura 80, que a casa mais próxima da ferrovia, junto à qual se fez a medição acústica mais distante está mais longe da ferrovia do que nos casos anteriores e apresenta na sua proximidade algum tráfego automóvel, havendo um nível superior de ruído de fundo. Verificou-se também que a campainha toca durante um período de tempo muito reduzido relativamente às outras já analisadas anteriormente (só tocou durante cerca de 10/20 s).



Localização dos pontos de medição e da campainha da PN de Vilar do Pinheiro

Vilar do Pinheiro (junto à Estação do Metro do Porto)

Campainha mecânica
Passagem para peões e veículos



Medição acústica no ponto mais próximo da campainha de Vilar do Pinheiro



Medição acústica no ponto mais afastado da campainha de Vilar do Pinheiro

Figura 81 - Caracterização da PN de Vilar do Pinheiro

Também nesta passagem de nível (Figura 81) se verificou um elevado tráfego automóvel e a campainha também tocava durante um período de tempo muito reduzido relativamente às outras já analisadas anteriormente (só toca durante cerca de 10/20 s).



Localização dos pontos de medição e da campainha da PN de Modivas Sul

Modivas Sul

(junto à Estação do Metro do Porto)

Campainha mecânica
Passagem para peões



Campainha de sinalização ferroviária da passagem de nível de Modivas Sul



Medição acústica no ponto mais próximo da campainha de Modivas Sul



Medição acústica no ponto mais afastado da campainha de Modivas Sul

Figura 82 - Caracterização da PN de Modivas Sul

Realça-se o facto de a campainha presente nesta passagem de nível (Figura 82) ter uma pala para proteção das casas mais próximas, como se constata pela 2ª fotografia. Para além disso, verificou-se que a campainha tocou durante quase 1 min.



Localização dos pontos de medição e da campainha da PN de Mindelo

Mindelo
(junto à Estação do Metro do Porto)

Campainha mecânica
Passagem para peões e veículos



Campainha de sinalização ferroviária da passagem de nível de Mindelo



Medição acústica no ponto mais afastado da campainha de Mindelo



Medição acústica no ponto mais próximo da campainha de Mindelo

Figura 83 - Caracterização da PN do Mindelo

A campainha da passagem de nível do Mindelo para além de tocar apenas durante 10 s parecia ter o seu sistema avariado porque apresentava um toque diferente do esperado.

Árvore

(junto à Estação do Metro do Porto)

Campainha mecânica
Passagem para peões



Campainha de sinalização ferroviária da passagem de nível de Árvore



Passagem de nível de Árvore

Figura 84 - Caracterização da PN de Árvore

Apesar de existir campainha em visita ao local verificou-se que esta não está a funcionar, já que não tocou aquando da passagem do comboio, pelo que também não foi possível fazer medições acústicas à campainha. Apesar de tal situação, a sinalização luminosa estava em funcionamento.

Os valores obtidos em cada uma das medições encontram-se apresentados no Anexo II - Níveis de pressão sonora por bandas de $\frac{1}{3}$ de oitava das campainhas medidas em campo

5.3.4 ANÁLISE GLOBAL DOS RESULTADOS

Feitas as medições, aplicou-se o filtro A aos níveis de pressão sonora contínuos equivalentes obtidos (L_{eq}) e compilaram-se os resultados obtidos em gráficos¹ de forma a ser possível obter uma visão geral e comparativa das diferentes situações.

Resumindo, da observação das fotografias apresentadas no ponto 5.3.3 e da análise da Figura 85 é possível constatar que existem algumas campainhas, tecnologicamente idênticas entre si, embora com um desempenho acústico diferenciado, e outras que se revelam de natureza distinta, tanto em termos tecnológicos como acústicos.

¹ Para uma análise mais detalhada dos resultados das medições pode ser consultado o Anexo II - Níveis de pressão sonora por bandas de $\frac{1}{3}$ de oitava das campainhas medidas em campo, no qual se podem observar os mesmos gráficos individualmente, acompanhados dos resultados numéricos.



Figura 85 - Medições acústicas: representação do espectro (L_{Aeq}), em bandas de 1/3 de oitava, das campanhas consideradas na Linha do Norte e na do Metro do Porto (*vermelho* – ponto mais próximo e *azul* – ponto mais afastado)

Assim, verificou-se que a nível tecnológico existem quatro tipos diferentes de campanhas neste estudo:

- 1º tipo: campainha da passagem de nível de Francelos
- 2º tipo: Campainhas das passagens de nível de Miramar, Granja, Espinho e Pedras Rubras
- 3º tipo: Campainhas das passagens de nível da Aguda e Silvalde
- 4º tipo: Campainhas das passagens de nível de Vilar do Pinheiro, Modivas Sul e Mindelo

5.4 Caracterização acústica das campainhas em laboratório

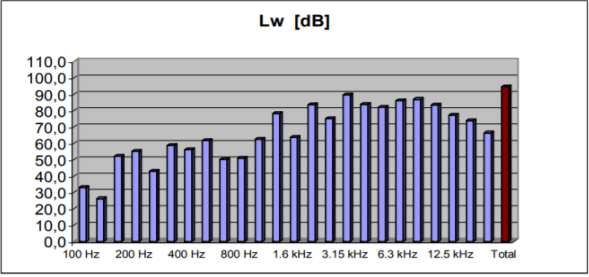
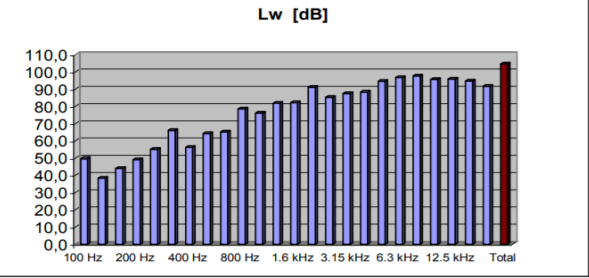
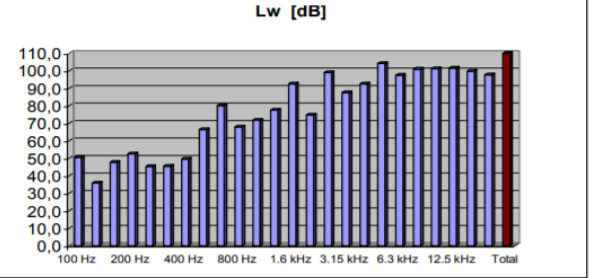
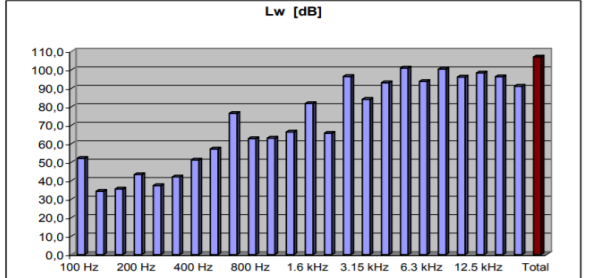
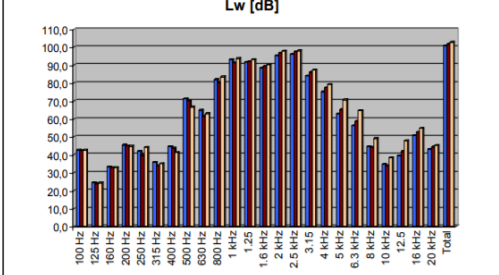
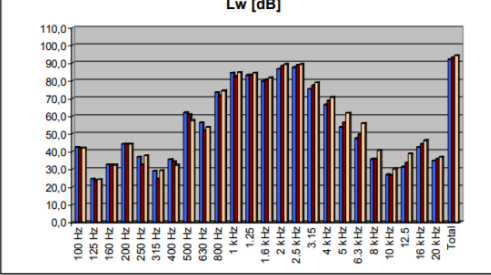
Neste subcapítulo são expostos os resultados relativos aos níveis de potência sonora de campainhas de sinalização ferroviária, obtidos a partir da caracterização acústica de campainhas equivalentes às instaladas em PN das linhas de caminho de ferro nacionais. Estas medições foram realizadas em laboratório ((18) (30)), sobre equipamentos novos ou considerados em perfeito estado de funcionamento.

Quadro 4 - Níveis de potência sonora por bandas de 1/3 de oitava das campainhas ensaiadas (18) e (30).

Lw (dB)						
Frequência	Type	Siemens	Freedland	WERMA	WCH	
	Exterieur SCE - 50 - 200AP		Series 5 - Modelo 56024		Vol. máximo Tx. ² Máxima	Vol. mínimo Tx. ² Mínima
100 Hz	32,9	49,7	50,5	52,1	42,6	42,4
125 Hz	26,1	38,3	35,9	34,3	24,3	24,6
160 Hz	52,0	43,9	47,7	35,5	32,9	32,5
200 Hz	55,1	49,0	52,6	43,2	44,8	44,2
250 Hz	42,9	55,1	45,2	37,3	44,3	36,8
315 Hz	58,7	66,1	45,5	42,0	35,2	29,0
400 Hz	56,0	56,1	49,5	51,1	41,3	35,4
500 Hz	61,7	64,2	66,4	57,1	66,7	61,9
630 Hz	50,2	65,1	80,1	76,4	63,0	56,3
800 Hz	51,0	78,6	67,9	62,7	83,4	73,3
1 kHz	62,4	76,1	71,7	63,0	93,6	84,3
1,25 kHz	78,2	81,8	77,4	66,3	93,0	83,0
1,6 kHz	63,7	82,0	92,5	81,7	90,2	79,8
2 kHz	83,5	91,1	74,7	65,7	97,9	86,5
2,5 kHz	75,0	85,2	99,0	96,3	98,0	87,4
3,15 kHz	89,6	87,4	87,5	84,0	87,3	75,2
4 kHz	83,8	88,3	92,5	93,0	79,2	66,3
5 kHz	81,9	94,6	104,2	100,9	70,6	53,8
6,3 kHz	85,9	96,8	97,5	93,6	64,7	47,3
8 kHz	86,9	97,6	100,9	100,4	49,1	35,7
10 kHz	83,4	95,7	101,2	96,0	38,3	26,9
12,5 kHz	77,2	95,9	101,6	98,2	47,8	31,2
16 kHz	73,9	94,7	99,8	96,2	54,7	42,3
20 kHz	66,4	91,7	97,7	91,0	45,4	34,8
TOTAL	94,5	104,6	110,0	106,9	102,7	92,1

² cadência de toque, ou seja, número de repetições de impulsos de toque por minuto

Quadro 5 - Níveis de potência sonora das campainhas ensaiadas, por bandas de 1/3 de oitava das campainhas ensaiadas (18) e (30).

<p>Type Exterieur SCE - 50 - 200 AP</p>	
<p>Siemens</p>	
<p>Freedland Series 5 - Modelo 56024</p>	
<p>WERMA</p>	
<p>WCH</p>	<div> <p>Volume máximo</p>  </div> <div> <p>Volume mínimo</p>  </div>

Perante as conclusões do ponto 5.3 e as que se apresentam no presente ponto 5.4 aferiu-se que o primeiro tipo de campainha corresponde à campainha Siemens, o segundo tipo à campainha Type Extérieur SCE - 50 - 200 AP, o terceiro tipo à campainha WCH e, finalmente, o quarto tipo à campainha WERMA.

5.5 Comparação entre os resultados laboratoriais e as medições no campo

5.5.1 ENQUADRAMENTO

Uma vez, que as condições das medições das campainhas feitas no campo e em laboratório apresentam diferenças, nomeadamente, no que diz respeito:

- à distância a que foram realizadas as medições;
- à presença de ruído de fundo;
- à presença de sujidade nos equipamentos que se situam ao ar livre;
- ao envelhecimento das campainhas já instaladas, e;
- a eventuais ajustes feitos na própria campainha para minimização de incomodidade dos recetores sensíveis mais próximos.

foi necessário atender a estes aspetos quando se procurou fazer a comparação entre os equipamentos caracterizados em laboratório e os caracterizados no seu estado normal de operação.

Assim, procurou-se considerar a influência de alguns destes fatores e fazer cálculos corretivos, de forma obter resultados mais comparáveis para se conseguirem tirar algumas conclusões.

5.5.2 AVERIGUAÇÃO DA INTERFERÊNCIA DO RUÍDO DE FUNDO

Dado que as medições de caracterização dos níveis de potência sonora das campainhas foram feitas em câmara anecóica e que, durante as medições de campo, não se teve oportunidade de realizar medições ao ruído de fundo, começou por se tentar perceber se existia, nos locais onde se fizeram as medições, níveis de ruído de fundo que pudessem interferir com os resultados das medições realizadas.

O procedimento adotado incluiu a seguinte sequência de operações:

- A partir dos resultados das medições no campo estimou-se a atenuação sonora resultante da divergência geométrica (A_{div}) associada à distância entre o ponto mais próximo (L_1) e o ponto mais afastado (L_2);

$$A_{div} = [20 \log (d/d_0)] \text{ dB},$$

onde d é a distância da fonte ao recetor no ponto mais afastado em metros e d_0 é a distância da fonte ao recetor no ponto mais próximo.

- Seguidamente, determinou-se a influência da absorção do ar (A_{atm}) entre os mesmos pontos.

$$A_{atm} = \alpha \cdot d / 1000 \text{ dB/km},$$

onde α é o coeficiente de atenuação atmosférica, por banda de terço de oitava (ver Quadro 6) e d é a distância entre o ponto mais afastado e o mais próximo em metros.

Quadro 6 – Coeficiente de atenuação atmosférica para cada banda de terço de oitava (dB/km)

(i) Temperatura atmosférica: 20 °C											
Frequência normal Hz	Humidade relativa, %										
	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90	100
50	$2,70 \times 10^{-1}$	$2,14 \times 10^{-1}$	$1,74 \times 10^{-1}$	$1,25 \times 10^{-1}$	$9,65 \times 10^{-2}$	$7,84 \times 10^{-2}$	$6,60 \times 10^{-2}$	$5,70 \times 10^{-2}$	$5,01 \times 10^{-2}$	$4,47 \times 10^{-2}$	$4,03 \times 10^{-2}$
63	$3,70 \times 10^{-1}$	$3,10 \times 10^{-1}$	$2,60 \times 10^{-1}$	$1,92 \times 10^{-1}$	$1,50 \times 10^{-1}$	$1,23 \times 10^{-1}$	$1,04 \times 10^{-1}$	$8,97 \times 10^{-2}$	$7,90 \times 10^{-2}$	$7,05 \times 10^{-2}$	$6,37 \times 10^{-2}$
80	$4,87 \times 10^{-1}$	$4,32 \times 10^{-1}$	$3,77 \times 10^{-1}$	$2,90 \times 10^{-1}$	$2,31 \times 10^{-1}$	$1,91 \times 10^{-1}$	$1,62 \times 10^{-1}$	$1,41 \times 10^{-1}$	$1,24 \times 10^{-1}$	$1,11 \times 10^{-1}$	$1,00 \times 10^{-1}$
100	$6,22 \times 10^{-1}$	$5,79 \times 10^{-1}$	$5,29 \times 10^{-1}$	$4,29 \times 10^{-1}$	$3,51 \times 10^{-1}$	$2,94 \times 10^{-1}$	$2,52 \times 10^{-1}$	$2,20 \times 10^{-1}$	$1,94 \times 10^{-1}$	$1,74 \times 10^{-1}$	$1,58 \times 10^{-1}$
125	$7,76 \times 10^{-1}$	$7,46 \times 10^{-1}$	$7,12 \times 10^{-1}$	$6,15 \times 10^{-1}$	$5,21 \times 10^{-1}$	$4,45 \times 10^{-1}$	$3,86 \times 10^{-1}$	$3,39 \times 10^{-1}$	$3,02 \times 10^{-1}$	$2,72 \times 10^{-1}$	$2,47 \times 10^{-1}$
160	$9,65 \times 10^{-1}$	$9,31 \times 10^{-1}$	$9,19 \times 10^{-1}$	$8,49 \times 10^{-1}$	$7,52 \times 10^{-1}$	$6,60 \times 10^{-1}$	$5,82 \times 10^{-1}$	$5,18 \times 10^{-1}$	$4,65 \times 10^{-1}$	$4,21 \times 10^{-1}$	$3,84 \times 10^{-1}$
200	1,22	1,14	1,14	1,12	1,05	$9,50 \times 10^{-1}$	$8,58 \times 10^{-1}$	$7,76 \times 10^{-1}$	$7,05 \times 10^{-1}$	$6,44 \times 10^{-1}$	$5,91 \times 10^{-1}$
250	1,58	1,39	1,39	1,42	1,39	1,32	1,23	1,13	1,04	$9,66 \times 10^{-1}$	$8,95 \times 10^{-1}$
315	2,12	1,74	1,69	1,75	1,78	1,75	1,68	1,60	1,50	1,41	1,33
400	2,95	2,23	2,06	2,10	2,19	2,23	2,21	2,16	2,08	2,00	1,90
500	4,25	2,97	2,60	2,52	2,63	2,73	2,79	2,80	2,77	2,71	2,63
630	6,26	4,12	3,39	3,06	3,13	3,27	3,40	3,48	3,52	3,52	3,49
800	9,36	5,92	4,62	3,84	3,77	3,89	4,05	4,19	4,31	4,39	4,43
1 000	$1,41 \times 10$	8,72	6,53	5,01	4,65	4,66	4,80	4,98	5,15	5,30	5,42
1 250	$2,11 \times 10$	$1,31 \times 10$	9,53	6,81	5,97	5,75	5,78	5,92	6,10	6,29	6,48
1 600	$3,13 \times 10$	$1,98 \times 10$	$1,42 \times 10$	9,63	8,00	7,37	7,17	7,18	7,31	7,48	7,68
2 000	$4,53 \times 10$	$2,99 \times 10$	$2,15 \times 10$	$1,41 \times 10$	$1,12 \times 10$	9,86	9,25	9,02	8,98	9,06	9,21
2 500	$6,35 \times 10$	$4,48 \times 10$	$3,26 \times 10$	$2,10 \times 10$	$1,61 \times 10$	$1,37 \times 10$	$1,25 \times 10$	$1,18 \times 10$	$1,15 \times 10$	$1,13 \times 10$	$1,13 \times 10$
3 150	$8,54 \times 10$	$6,62 \times 10$	$4,94 \times 10$	$3,18 \times 10$	$2,39 \times 10$	$1,98 \times 10$	$1,75 \times 10$	$1,61 \times 10$	$1,53 \times 10$	$1,48 \times 10$	$1,45 \times 10$
4 000	$1,09 \times 10^2$	$9,51 \times 10$	$7,41 \times 10$	$4,85 \times 10$	$3,61 \times 10$	$2,94 \times 10$	$2,54 \times 10$	$2,29 \times 10$	$2,13 \times 10$	$2,02 \times 10$	$1,94 \times 10$
5 000	$1,33 \times 10^2$	$1,32 \times 10^2$	$1,09 \times 10^2$	$7,39 \times 10$	$5,51 \times 10$	$4,44 \times 10$	$3,79 \times 10$	$3,36 \times 10$	$3,06 \times 10$	$2,86 \times 10$	$2,71 \times 10$
6 300	$1,56 \times 10^2$	$1,75 \times 10^2$	$1,56 \times 10^2$	$1,12 \times 10^2$	$8,42 \times 10$	$6,78 \times 10$	$5,74 \times 10$	$5,04 \times 10$	$4,54 \times 10$	$4,18 \times 10$	$3,91 \times 10$
8 000	$1,75 \times 10^2$	$2,21 \times 10^2$	$2,15 \times 10^2$	$1,66 \times 10^2$	$1,28 \times 10^2$	$1,04 \times 10^2$	$8,78 \times 10$	$7,66 \times 10$	$6,86 \times 10$	$6,26 \times 10$	$5,81 \times 10$
10 000	$1,93 \times 10^2$	$2,67 \times 10^2$	$2,84 \times 10^2$	$2,42 \times 10^2$	$1,94 \times 10^2$	$1,59 \times 10^2$	$1,35 \times 10^2$	$1,18 \times 10^2$	$1,05 \times 10^2$	$9,53 \times 10$	$8,79 \times 10$

- Subtraíram-se esses valores ao nível sonoro medido no ponto mais próximo (L_1) obtendo-se uma estimativa do nível sonoro esperado no ponto mais afastado (L_{2calc}).
- O Ruído de Fundo foi estimado, para cada banda de terço de oitava, pela subtração logarítmica de L_2 e L_{2calc} .

Posto isto, passa-se à apresentação dos resultados obtidos para cada uma das passagens de nível onde se fizeram medições acústicas, tanto na Linha do Norte como na Linha do Metro do Porto.

Linha do Norte

Na Figura 86 verifica-se que, em todas as situações e para as baixas frequências, os valores do L_{2calc} (estimativa para o nível sonoro no ponto mais afastado) são inferiores aos obtidos nas medições no ponto mais afastado.

Presume-se que existe influência do ruído de fundo existente no local, provocado maioritariamente pela passagem de veículos nas vias de acesso, que se manifesta em frequências mais baixas frequências. Por essa razão considera-se que o ruído eventualmente proveniente dessas fontes não apresenta interferência de relevo para os objetivos deste estudo, ou seja, nos domínios de frequência onde estas campainhas têm de operar, mormente em médias e altas frequências.

Na PN da Aguda, para além do ruído de fundo nas baixas frequências, verifica-se também a ocorrência de ruído de fundo em frequências superiores. A existência de ruído de fundo nas frequências mais altas poderá ser explicada, por exemplo, pelo facto de aquando a realização das medições haverem pessoas a falar na proximidade e pelo facto de não existir simultaneidade nas medições realizadas nos dois pontos, o que poderá ter resultado na recolha de estímulos sonoros de proveniência distinta.

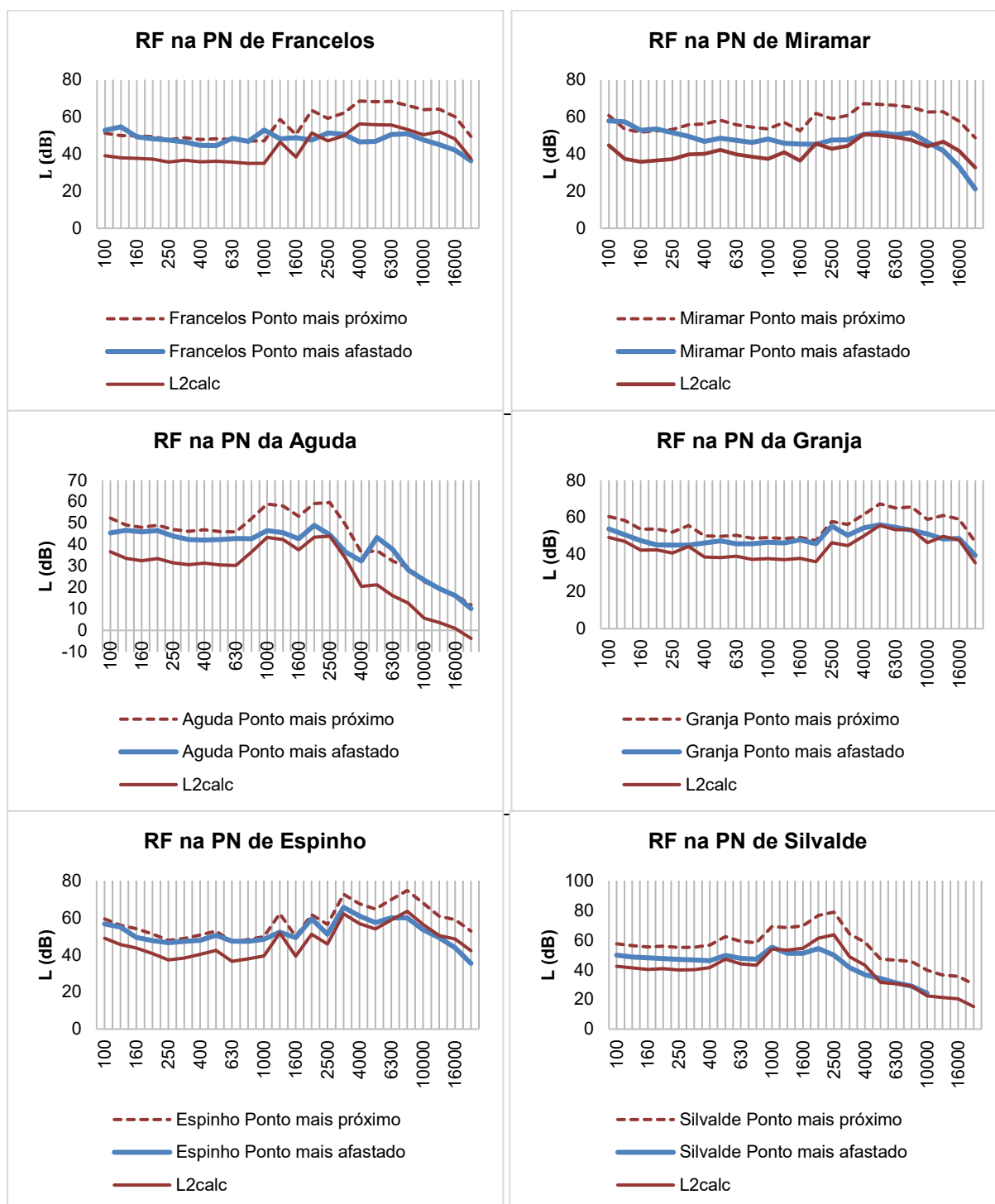


Figura 86 – Resultados das estimativas realizadas para análise de possíveis interferências do ruído de fundo nos domínios de frequência de interesse, por banda de terço de oitava, nas PN da Linha do Norte monitorizadas

Realça-se o facto de, nalgumas situações e especialmente nas altas frequências, se verificar que as estimativas de L_{2calc} apontam para resultados superiores aos valores das medições no ponto mais afastado, o que teoricamente é impossível. Tal, como mencionado previamente, poderá ser consequência

de as medições feitas no ponto mais afastado e no ponto mais próximo não terem sido simultâneas, por dificuldades operacionais de apenas existir um sonómetro.

Linha do Metro do Porto

Já na Figura 87 e à semelhança do transmitido em relação à Linha do Norte, é possível conferir que, em três das quatro PN onde se fizeram medições acústicas, na linha do Metro do Porto se observa a existência de ruído de fundo nas baixas frequências.

Na PN do Mindelo, no entanto, praticamente não existe ruído de fundo nas baixas frequências, mas sim em duas zonas distintas das frequências médias/altas. Tal poderá dever-se ao facto de a campainha desta passagem de nível, aquando da medição, como já referido anteriormente, estar com alguma avaria.

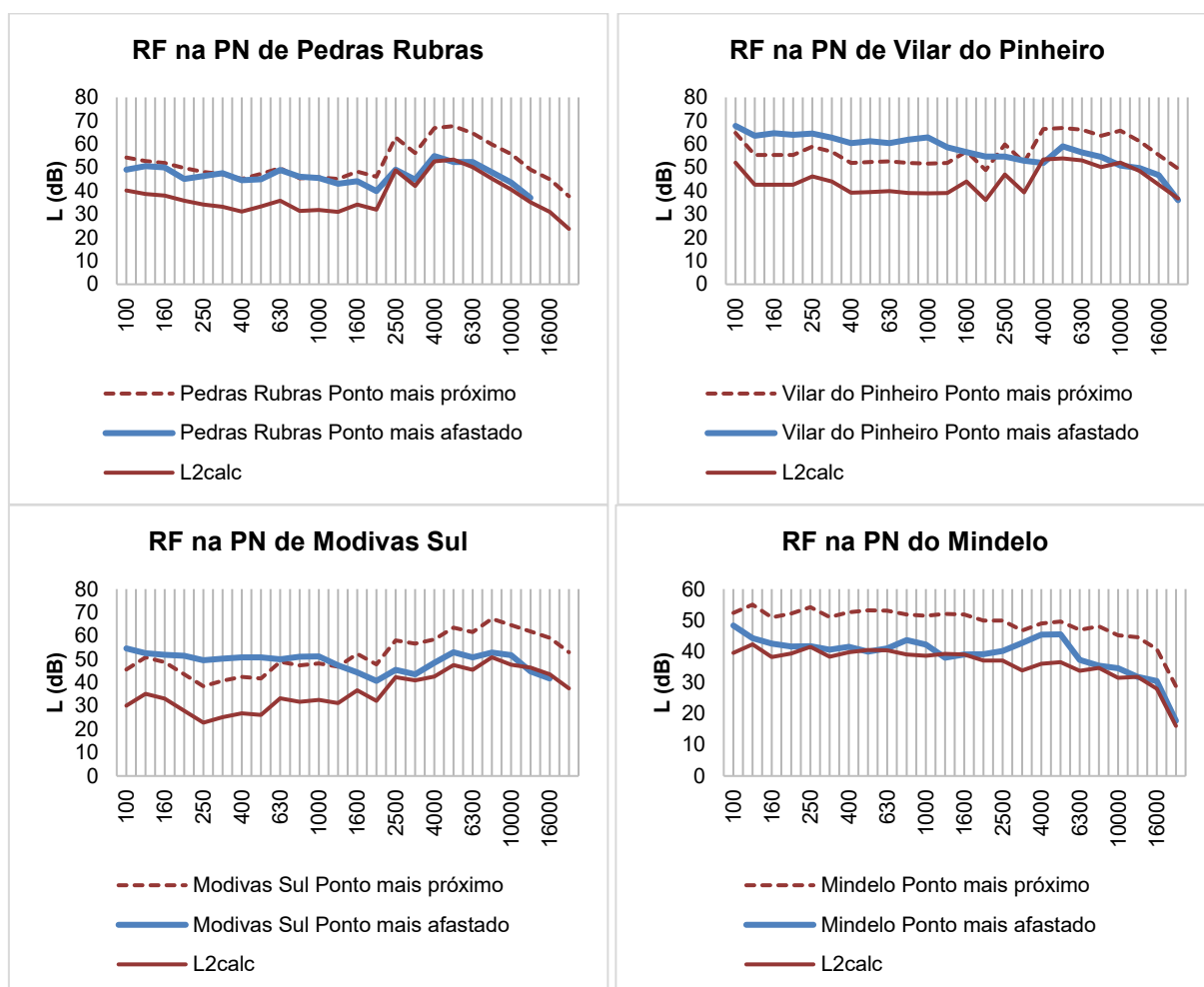


Figura 87 - Resultados das estimativas realizadas para análise de possíveis interferências do ruído de fundo nos domínios de frequência de interesse, por banda de terço de oitava, nas PN da Linha do Metro do Porto monitorizadas

5.5.3 AVERIGUAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA DISTÂNCIA

Para atender às diferentes distâncias a que foram realizadas as medições, teve-se como base a parte 1 e a parte 2 da norma ISO 9613 – Atenuação da propagação do som ao ar livre.

Começou-se por considerar os valores do nível de potência sonora (L_w) a que se teve acesso através do relatório técnico da caracterização acústica feita em laboratório ((18) e (30)) e, mais uma vez, através do cálculo das atenuações devido à distância e à absorção do ar conseguiu-se o valor do nível sonoro contínuo equivalente, com vento favorável, $L_{fT}(DW)$, a partir da equação:

$$L_{fT}(DW) = L_w + D_c - A$$

em que:

L_w – nível de potência sonora, por bandas de terço de oitava, produzido pela fonte sonora pontual relativo à potência sonora de referência de 1 picowatt (1 pW) - dB

D_c – correção da diretividade, que neste caso se considerou igual a 0 assumindo-se que todas as campanhas medidas teriam um comportamento similar ao de uma fonte sonora pontual omnidirecional - dB

A – Atenuação, por bandas de terço de oitava, que ocorre durante a propagação entre a fonte sonora pontual e o recetor no ponto mais próximo – dB

Neste caso a atenuação foi calculada não entre o ponto mais próximo e o ponto mais afastado, mas entre a fonte sonora e o ponto mais próximo, pelo que:

- A atenuação devida à distância foi calculada através da seguinte expressão:
 $A_{div} = [20 \log (d/d_0) + 11] \text{ dB}$,

onde d é a distância da fonte ao recetor no ponto mais próximo em metros e d_0 é a distância de referência (1 m).

- A atenuação devida à absorção do ar foi calculada da forma mencionada no ponto 5.5.2.

Depois, compararam-se os valores do $L_{fT}(DW)$, identificados com as designações ***Lp (3m)*** e ***‘silencio’ Lp (3m)***, com os níveis de pressão sonora medidos no ponto mais próximo (L_1), procurando-se confirmar a correspondência entre as caracterizações laboratoriais e as medições no campo e identificar prováveis razões para uma eventual não correspondência, tanto para as medições na Linha do Norte como na Linha do Metro do Porto.

Linha do Norte

Foi realizada a comparação para as oito localizações monitorizadas, que se passam a descrever.

PN de Francelos

Dado que se chegou à conclusão no ponto 5.4 que a campanha da PN de Francelos era uma campanha do tipo Siemens, foi com o espectro desta campanha que se comparou as medições realizadas em campo.

Depois de feitas as correções aos valores obtidos em laboratório, para o ponto mais próximo (L_p (3 m)), através do cálculo de atenuações devido à distância e à absorção do ar, ao comparar a curva desses valores com os obtidos nas medições acústicas em campo constatou-se que os primeiros, na zona das altas frequências, eram superiores aos níveis de pressão sonora obtidos nas medições, pelo que se pode concluir que o nível sonoro da campainha da PN de Francelos foi reduzido.

Posto isto, tentou-se descobrir de quanto foi essa redução. Tal, foi feito por tentativa-erro, através do arbítrio de valores a subtrair ao L_w da campainha Siemens, de forma a obterem-se valores de L_p iguais ou inferiores ao que se mediu no campo (Siemens 'silêncio' L_p (3m)). No fim, chegou-se a uma redução do nível de potência sonora de 12 dB. Todos os valores obtidos encontram-se apresentados na Figura 88:

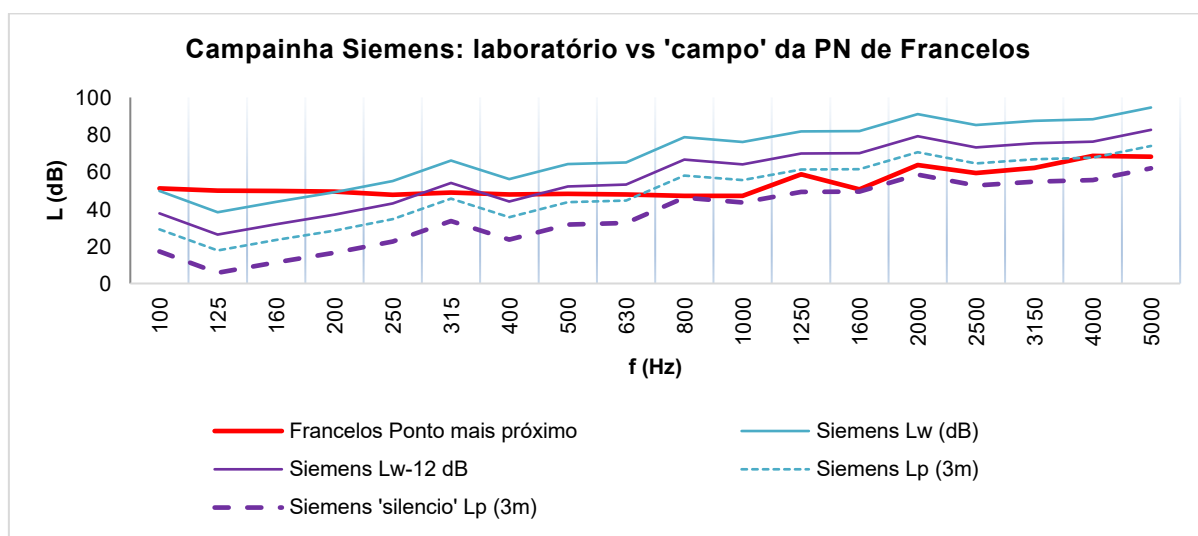


Figura 88 – Comparação entre as medições acústicas da campainha Siemens: laboratório vs 'campo' da PN de Francelos

O mesmo processo foi aplicado às restantes campainhas de passagens de nível alvo de estudo nesta dissertação, apresentando-se de seguida os respetivos gráficos com os valores obtidos.

Salienta-se que a designação 'silêncio' utilizada nos gráficos para o nível de potência sonora, corresponde a uma redução (θ) do nível de potência sonora da fonte, ou seja, ($L_w - \theta$ dB). O valor de θ é variável com o tipo de campainha e com a situação em análise.

Miramar

A campainha da PN de Miramar foi comparada com a campainha Type Extérieur SCE-50-200 AP e à semelhança do caso anterior também se estimou que houve uma redução do nível de potência sonora da fonte de cerca de 10 dB, como se pode observar na Figura 89:

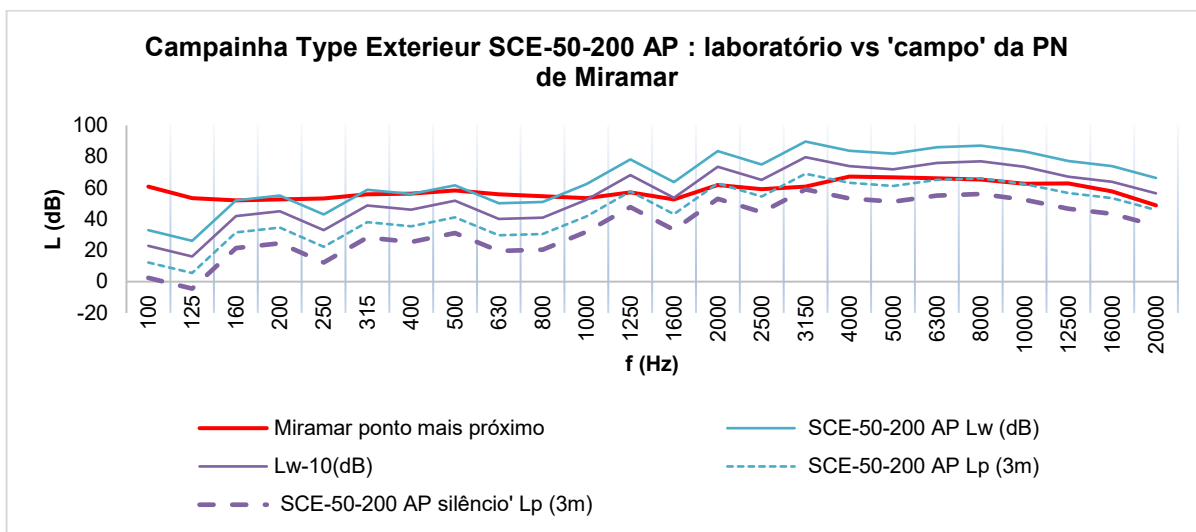


Figura 89 – Comparação entre as medições acústicas da campanha Type Exterieur SCE-50-200 AP: laboratório vs 'campo' da PN de Miramar

Aguda

A campanha da PN da Aguda foi comparada com a campanha WCH, no regime de funcionamento volume mínima + taxa mínima, e verificou-se uma redução do nível de potência sonora de cerca de 11 dB, como se pode observar na Figura 90:

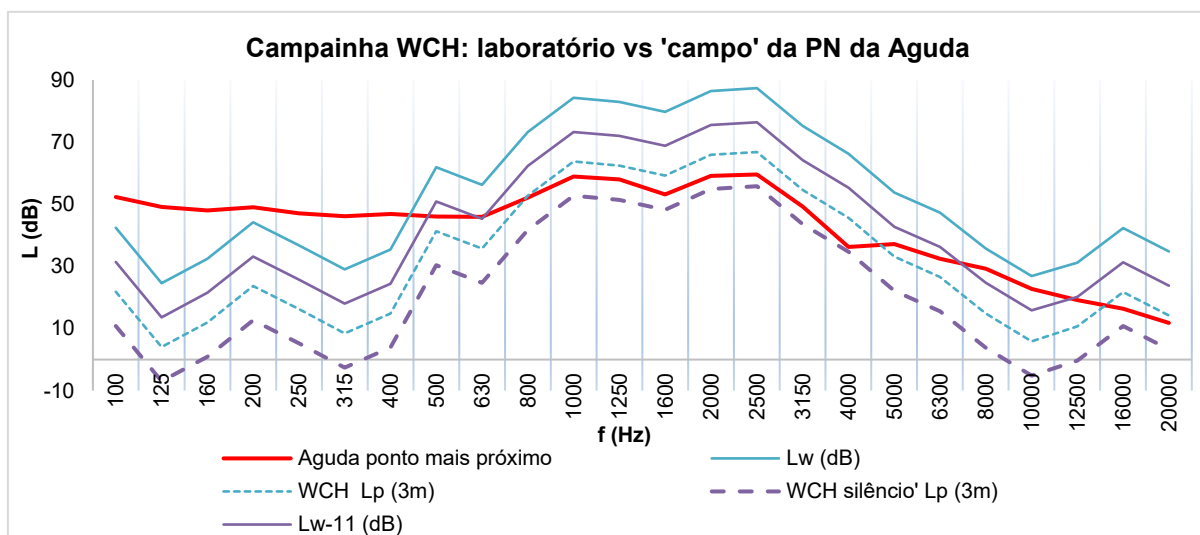


Figura 90 - Comparação entre as medições acústicas da campanha WCH: laboratório vs 'campo' da PN da Aguda

Granja

A campainha da PN da Granja também foi comparada com a campainha Type Exterieur SCE-50-200 AP e verificou-se que houve uma redução do nível de potência sonora de cerca de 17 dB, como se pode observar na Figura 91:

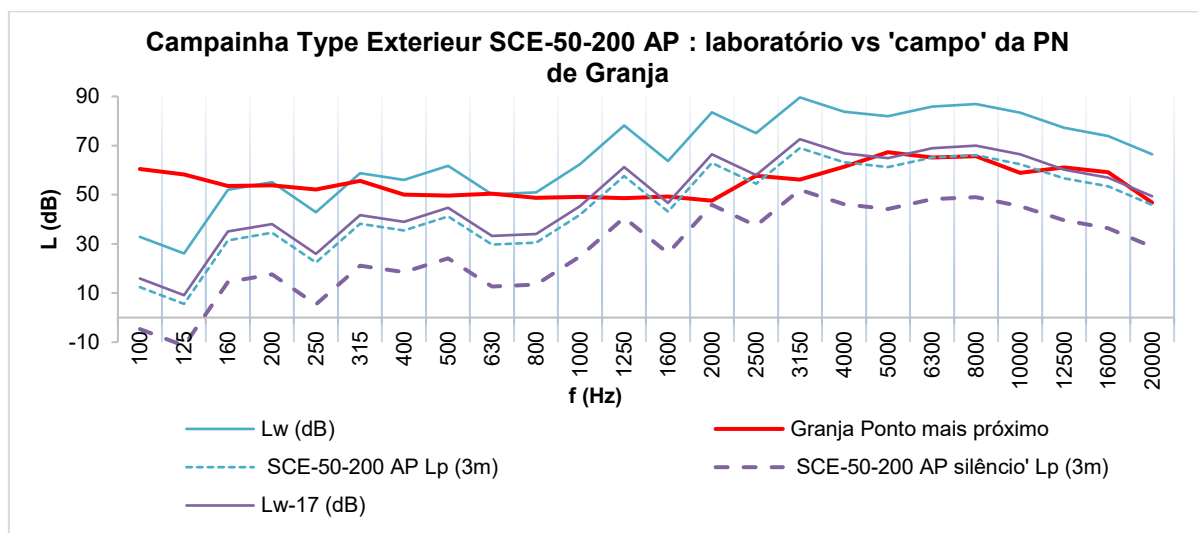


Figura 91 - Comparação entre as medições acústicas da campainha Type Exterieur SCE-50-200 AP: laboratório vs 'campo' da PN da Granja

Espinho

A campainha da PN de Espinho também foi comparada com a campainha Type Exterieur SCE-50-200 AP e verificou-se que houve uma redução do nível de potência sonora de cerca de 3 dB, como se pode observar na Figura 92:

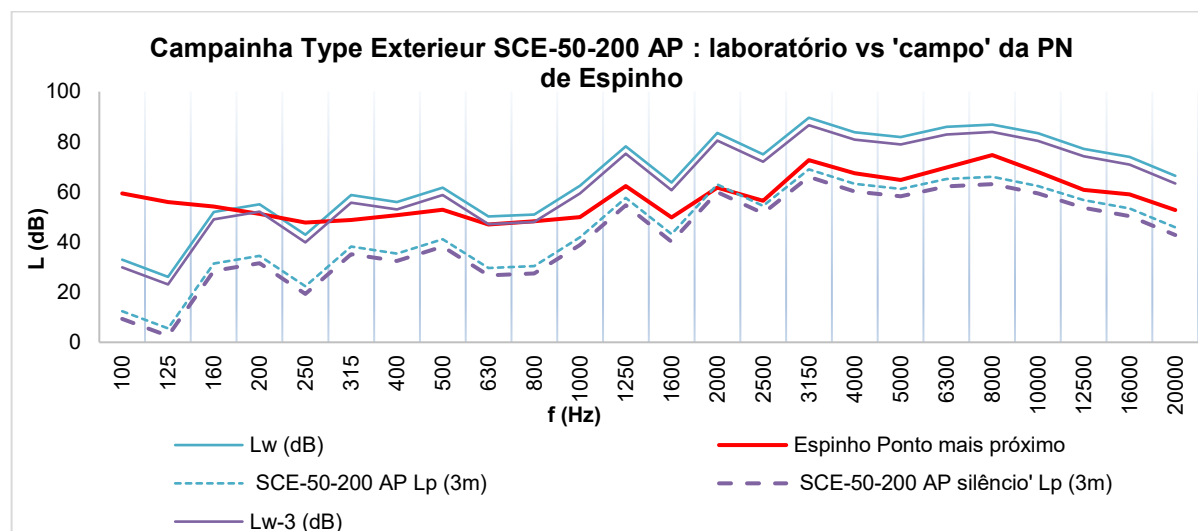


Figura 92 - Comparação entre as medições acústicas da campainha Type Exterieur SCE-50-200 AP: laboratório vs 'campo' da PN de Espinho

Silvalde

A campainha da PN de Silvalde foi comparada com a campainha WCH, em regime de funcionamento volume mínimo + taxa média. Contrariamente aos casos anteriores não se verifica uma redução do nível de potência sonora da campainha. A situação observada na Figura 93 revela-se atípica e dado aquilo que também se observou na Figura 86 relativamente ao facto de se terem obtido valores de L_{2calc} superiores ao nível de pressão sonora medido no ponto mais afastado nas altas frequências, prevê-se que tal seja resultado do facto de as medições realizadas no ponto mais próximo e mais afastado não terem sido realizadas em simultâneo e do facto de ter havido recolha de estímulos sonoros de proveniência distinta.

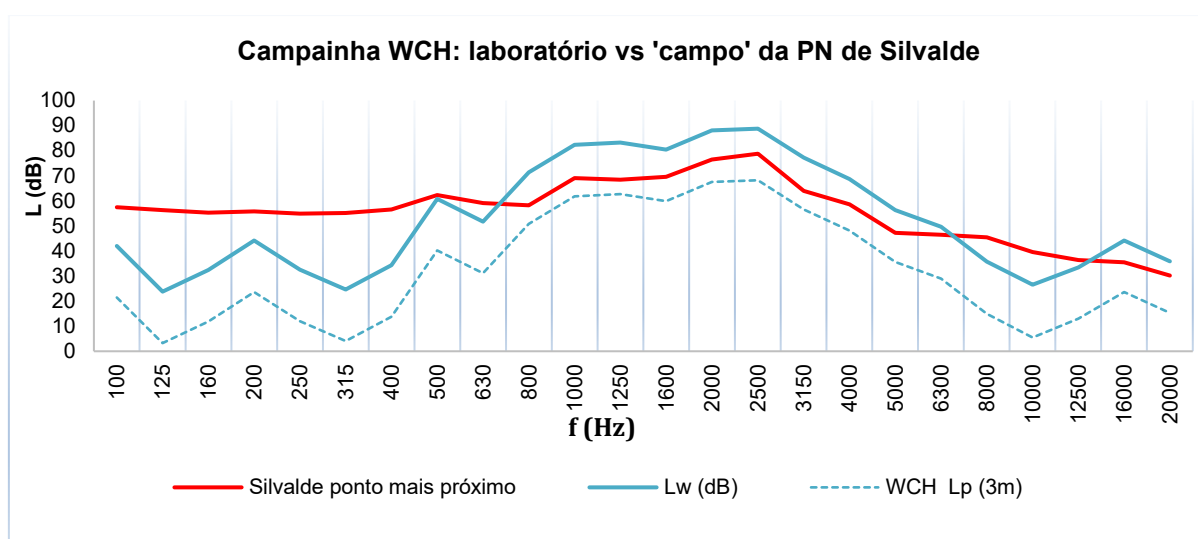


Figura 93 - Comparação entre as medições acústicas da campainha WCH: laboratório vs 'campo' da PN de Silvalde

Linha do Metro do Porto

A análise de comparação das campainhas das PN da Linha do Metro do Porto foram feitas de forma idêntica às da Linha do Norte.

Pedras Rubras

A campainha da PN de Pedras Rubras também foi comparada com a campainha Type Extérieur SCE-50-200 AP e verificou-se que houve uma redução do nível de potência sonora de cerca de 18 dB, como se pode observar na Figura 94:

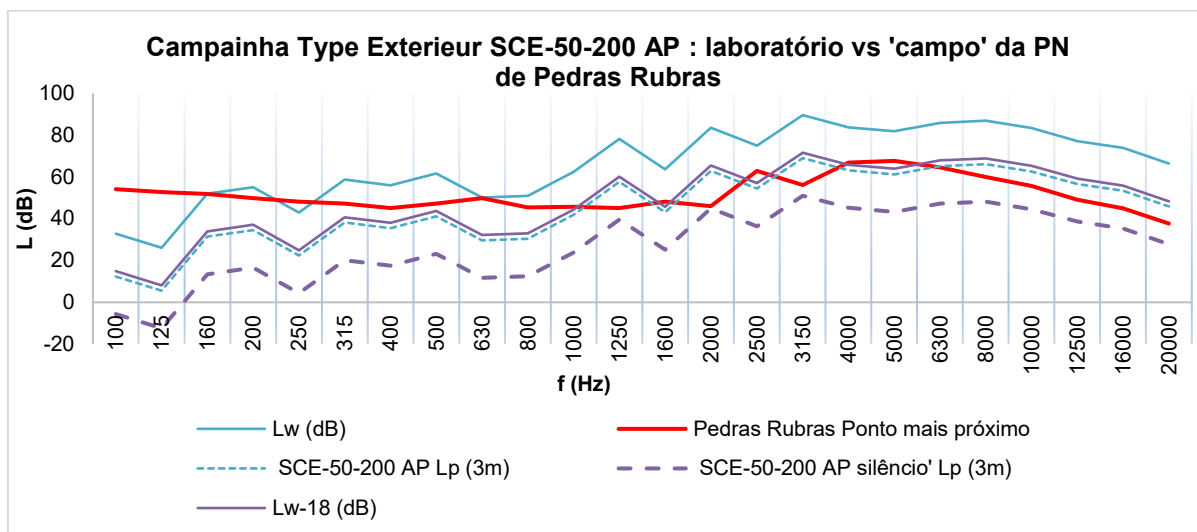


Figura 94 - Comparação entre as medições acústicas da campanha Type Exterieur SCE-50-200 AP: laboratório vs 'campo' da PN de Pedras Rubras

Vilar do Pinheiro

A campanha da PN de Vilar do Pinheiro foi comparada com a campanha WERMA e verificou-se que houve uma redução do nível de potência sonora de cerca de 22 dB, como se pode observar na Figura 95:

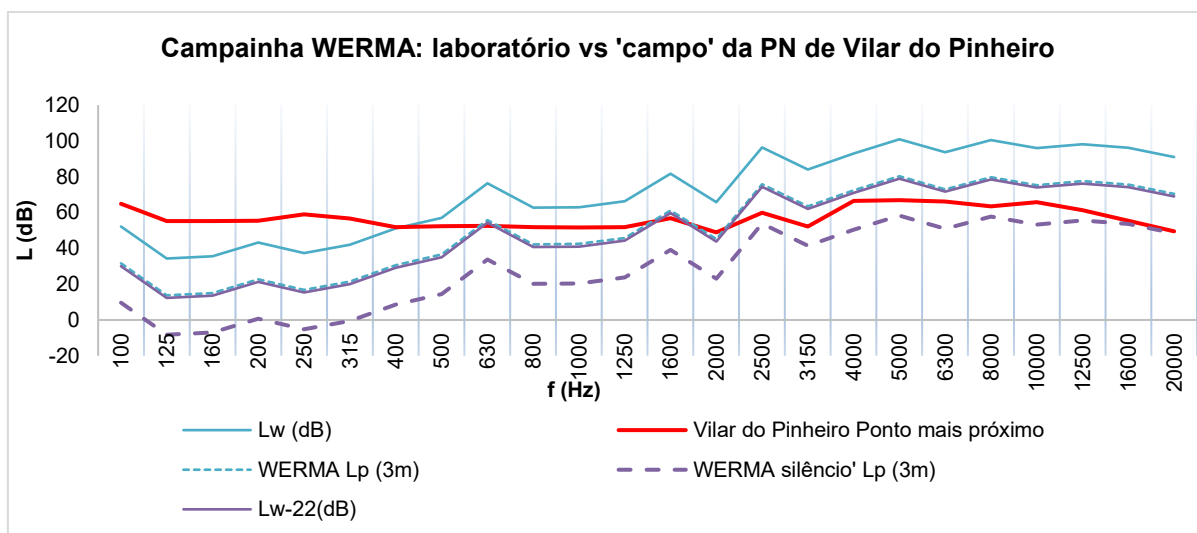


Figura 95 - Comparação entre as medições acústicas da campanha WERMA: laboratório vs 'campo' da PN de Vilar do Pinheiro

Modivas Sul

A campanha da PN de Modivas Sul também foi comparada com a campanha WERMA e verificou-se que houve uma redução do nível de potência sonora de cerca de 18 dB, como se pode observar na Figura 96:

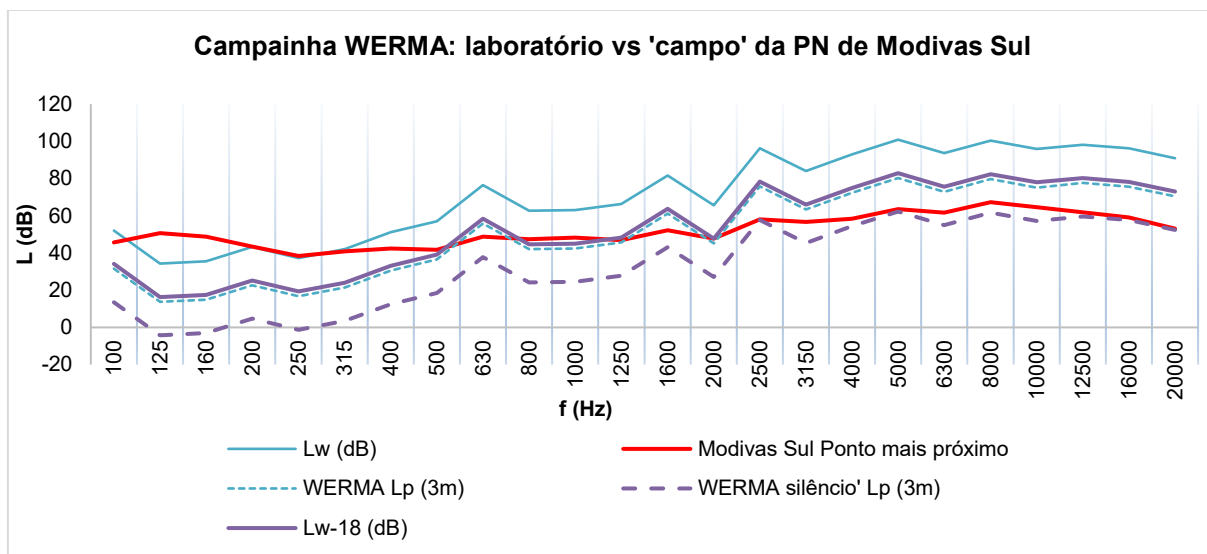


Figura 96 - Comparação entre as medições acústicas da campanha WERMA: laboratório vs 'campo' da PN de Modivas Sul

Mindelo

A campainha da PN do Mindelo também foi comparada com a campainha WERMA e verificou-se que houve uma redução do nível de potência sonora de cerca de 42 dB, como se pode observar na Figura 97:

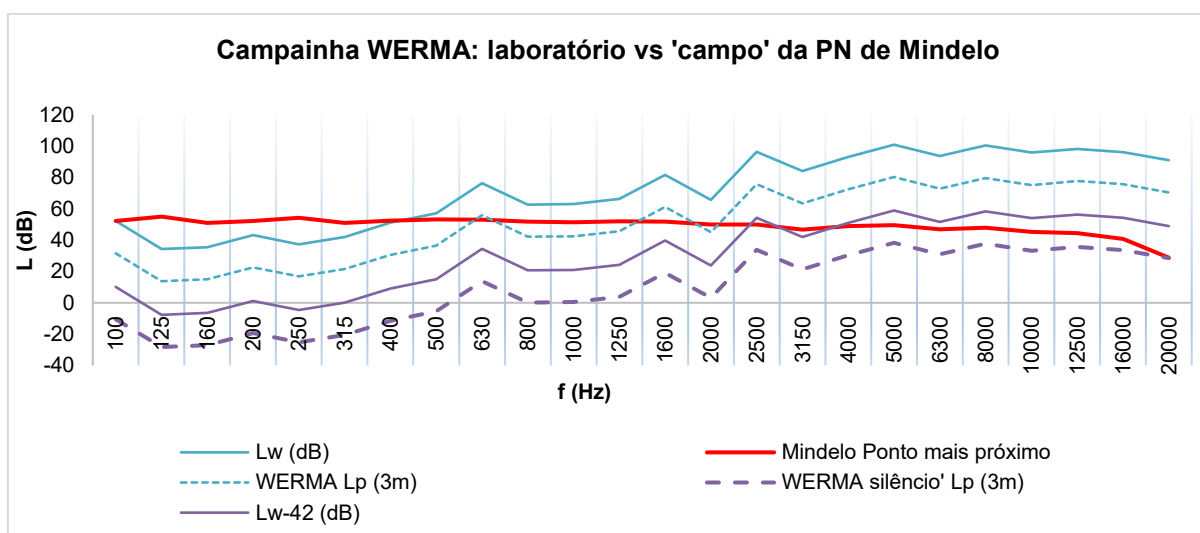


Figura 97 - Comparação entre as medições acústicas da campanha WERMA: laboratório vs 'campo' da PN do Mindelo

6

ANÁLISE CRUZADA INQUÉRITOS/MEDIÇÕES

6.1 Introdução

Analizados todos os inquéritos e as respetivas medições acústicas passa-se, então, à comparação dos resultados obtidos nos mesmos para cada uma das PN tratadas nesta dissertação e tentam-se tirar algumas conclusões, assim como, se procuram sugerir algumas possibilidades de melhoria das situações mais críticas.

6.2 Comparação das constatações obtidas nos inquéritos e nas medições acústicas realizadas em cada um das PN analisadas

6.2.1 FRANCELOS

O facto de a maioria dos inquiridos na envolvente da PN de Francelos afirmar que nos seus edifícios as suas fachadas estão protegidas, o facto de a própria campainha aparentemente e conforme aquilo a que se chegou no capítulo anterior ter sofrido uma redução do nível de potência sonora de 12 dB poderá contribuir para a reduzida incomodidade sentida pelas pessoas relativamente ao ruído emitido por estes dispositivos.

6.2.2 MIRAMAR

Também em Miramar se verificou que maioria das pessoas inquiridas tem as suas fachadas exteriores protegidas e a campainha sofreu uma redução do nível de potência sonora de 10 dB. A tomada destas medidas muito provavelmente ajuda a que as mesmas se sintam pouco ou nada perturbadas pelo ruído das campainhas de passagem de nível. Apesar disso, dos ruídos apresentados afirmaram que quando se sentem incomodados, o ruído do comboio a apitar e o ruído das campainhas são os principais culpados.

6.2.3 AGUDA

Junto à PN da Aguda constatou-se que existem tanto pessoas que se sentem incomodadas pelo ruído ferroviário (tanto o relativo ao comboio como o das campainhas), como existem pessoas que não se sentem incomodadas. Um dos inquiridos, apesar de se ter revelado o principal incomodado e de ter

referido que investiu em isolamento de fachada, continua a ter janelas simples no edifício onde se encontra. Apesar de tudo isto verificou-se também através das medições acústicas que a campainha desta PN já sofreu uma redução do nível de potência sonora de cerca de 11 dB.

6.2.4 GRANJA

Na envolvente da PN da Granja verifica-se que apesar de a campainha existente para alerta de segurança deste local já ter sofrido uma redução do nível de potência sonora de 17 dB, existem tanto pessoas incomodadas pelo ruído das mesmas como outras que não. Aliás verifica-se que para além disso existe um indivíduo que apesar de possuir as suas fachadas exteriores protegidas com janelas duplas, tal não faz com que o mesmo não se sinta incomodado.

6.2.5 ESPINHO

Através dos inquéritos porta-a-porta da PN de Espinho é possível perceber que um dos inquiridos se demonstra muito incomodado pelo ruído das campainhas e outro nada incomodado. O indivíduo que respondeu ao inquérito e se demonstrou mais incomodado, estava num edifício com janela com vidro duplo. Tal poderá parecer contraditório, mas provavelmente será explicado pelo facto dessa pessoa se considerar mais sensível ao ruído, da sua localização relativamente à ferrovia ser mais próxima, de nesta PN a campainha estar virada para rodovia e não para a ferrovia e pelo facto de, por ter barreiras manuais, a campainha permanecer mais tempo a tocar. Dos resultados analisados esta campainha sofreu uma redução do nível de potência sonora de 3 dB.

6.2.6 SILVALDE

Em Silvalde, constatou-se através dos inquéritos que a maioria das pessoas se considera incomodado pelas campainhas. Quanto a isolamento de fachada, apesar de se ter verificado que a maioria possui, nos edifícios onde se encontra, janelas simples, é o inquirido que está num edifício com janelas duplas que se revela o mais incomodado pelo ruído. A maioria dos inquiridos queixa-se essencialmente do ruído emitido pelas campainhas. As medições acústicas feitas nesta PN revelaram uma situação atípica que se considera dever ao facto de as medições feitas no ponto afastado e próximo não terem sido simultaneamente e ter havido interferência de outros ruídos.

6.2.7 PEDRAS RUBRAS

Em Pedras Rubras todos os inquiridos revelaram sentir-se pouco ou nada incomodados pelo ruído emitido pela campainha da PN, apesar de alguns deles se considerarem sensíveis ao ruído (em geral) e das janelas dos edifícios onde se fizeram os inquéritos serem todas simples. O facto de a campainha em questão ter sofrido uma redução do nível de potência sonora de 18 dB e de a maioria das pessoas morar/trabalhar no local já há muitos anos pode ser a explicação para o sucedido, estando já habituadas às características do local. Para além disto, todos aqueles que sofriam de algum problema de saúde também afirmaram que o ruído não interferia com eles.

6.2.8 VILAR DO PINHEIRO

A partir dos inquéritos da envolvente da PN de Vilar do Pinheiro percebe-se que apesar de a campainha já ter sofrido uma redução do nível de potência sonora de 22 dB, os inquiridos se sentem razoavelmente incomodados pelo ruído das campainhas e pelo ruído do comboio.

6.2.9 MODIVAS SUL

Os inquiridos na envolvente da PN de Modivas Sul consideram-se incomodados pelo ruído emitido pelas campainhas, apesar de estas já terem sofrido uma redução do nível de potência sonora de 18 dB e de se considerarem medianamente sensíveis ao ruído. Os edifícios de residência onde foram feitos os inquéritos apresentam as fachadas exteriores protegidas com janelas simples.

6.2.10 MINDELO

Como já referido anteriormente, os inquiridos na envolvente da PN do Mindelo não se sentem particularmente incomodados por nenhum ruído de origem no tráfego ferroviário, nomeadamente das campainhas de segurança. Um dos fatores que poderá ter contribuído para tal terá sido a avaria verificada na campainha desta PN, resultando numa elevada redução do nível de potência sonora (42 dB).

6.3 Recomendações

Apresentadas as principais constatações resultantes da comparação entre as respostas obtidas nos inquéritos e as medições acústicas realizadas, é possível tirar algumas ilações do que fazer para minimizar a incomodidade provocada pelo ruído ferroviário, nomeadamente aquele que é proveniente das campainhas, sem que para isso se comprometa a segurança das pessoas.

Uma das principais maneiras de redução da incomodidade sentida pelas pessoas, e dado que na maior parte do tempo estas se encontram dentro de edifícios, passa por melhorar as condições de isolamento sonoro dos mesmos.

Para além disso, verificou-se que muitos dos ajustes realizados ao nível de potência sonora emitido pelas campainhas de sinalização sonora das passagens de nível se apresentou como vantajoso. Apesar disto é necessário ter em consideração que esse nível sonoro deve ser ajustado consoante as características do local, como é o caso do ruído de fundo.

Finalmente, também se refere o Plano de Supressão e Reclassificação de PN como uma alternativa para continuar a implementar já que não só permite a redução da incomodidade provocada nas pessoas pelo ruído emitido pelas campainhas, como permite também a redução de acidentes nestes pontos críticos de cruzamento entre linhas ferroviárias e linhas rodoviárias.

7 CONCLUSÕES

A presente investigação foi desenvolvida com o objetivo de se perceber a problemática existente em torno do ruído emitido pelas ferrovias, designadamente no que diz respeito às campanhas de passagem de nível. As campanhas de passagem de nível apesar de serem consideradas indispensáveis, enquanto dispositivos responsáveis pelo estabelecimento de condições de segurança nas passagens de nível, através da emissão de sinais sonoros, têm-se revelado também a razão pela qual muitas pessoas se sentem incomodadas e apesar de, em muitas situações, já se ter procedido a sucessivas alterações ao regime de funcionamento das mesmas, as reclamações devidas a situações destas continuam a existir. É, portanto, neste contexto que esta dissertação se insere.

Através da elaboração de dois inquéritos, um realizado porta-a-porta na envolvente de passagens de nível (PN) da linha do Norte e do Metro do Porto e um disponibilizado *online*, quis-se entender aquilo que as pessoas sentem relativamente à existência destes dispositivos.

As PN escolhidas para se caracterizar na Linha do Norte foram as de Francelos, de Miramar, da Aguda, da Granja, de Espinho e de Silvalde. Na Linha do Metro do Porto escolheram-se as PN de Pedras Rubras, Vilar do Pinheiro, Modivas Sul e Mindelo.

Os inquéritos foram, então, idealizados com o objetivo de uma caracterização subjetiva do problema identificado. Para a obtenção de uma caracterização mais objetiva do problema recorreu-se também à realização de medições acústicas às campanhas das passagens de nível onde se fizeram os inquéritos porta-a-porta. Com tal procedimento pretendia-se, então, que o presente estudo, apesar de se focar num número finito de passagens de nível permitisse tirar algumas conclusões mais gerais.

Ao todo foram considerados válidos um total de 116 inquéritos (37 porta-a-porta e 79 *online*), que permitiram a recolha de informação sobre 13 PN diferentes

Dado pretender-se uma análise que relacionasse as características de cada PN e de cada campanha com os respetivos inquéritos, optou-se por uma análise individualizada das respostas e não uma análise genérica de todas as PN. Para tal, foi necessário organizar as várias respostas numa grande quantidade de gráficos, o que tornou o processo de análise das respostas moroso e exaustivo, como se pode comprovar pela extensão do capítulo desta dissertação referente à análise dos inquéritos. Para além disto, e de maneira a facilitar o relacionamento das várias respostas pedidas nos inquéritos, também se optou por conjugar os gráficos de forma a haver uma visualização mais coerente dos dados obtidos e não pela ordem em que apareciam nos formulários dos inquéritos.

No caso dos inquéritos porta-a-porta, constatou-se que apesar de grande parte dos inquiridos terem reportado problemas de saúde, não os relacionavam com o nível de ruído a que pudessem estar submetidos. Note-se que cerca de 1/3 dos inquiridos moram ou trabalham nesse local há mais de 5 anos

(6 a 15 anos), maioritariamente em edifícios com janelas simples (51%). Na escala numérica de incomodidade, 46% consideram-se medianamente incomodados tendo reportado classificações entre 5 e 7. Em relação ao apito do comboio ou à sinalização com campainhas, cerca de 24% manifestam-se muito ou extremamente incomodados e consideraram que ouvem esses sons, respetivamente, 26% e 43% dos inquiridos. Mais de metade da população refere que quando se sente incomodado ouve em simultâneo vários sons associados à ferrovia, nomeadamente, a passagem do comboio (51%), apitos (43%) e campainhas (57%).

No que diz respeito à responsabilidade do município na autorização da construção de novas habitações em locais já ruidosos verifica-se que a maioria dos inquiridos ($\approx 60\%$) considera que estes têm alguma ou toda a responsabilidade. Para além disso também é considerado pela maioria que o município é o principal responsável por proteger as pessoas do ruído.

Das campanhas de medição constatou-se, logo aquando do trabalho feito em campo, que existem diversos tipos de campainha, cada uma delas com espectros e características diferentes. Do observado em campo e das informações recolhidas junto da IP, concluiu-se que as campainhas mais utilizadas em Portugal são as campainhas mecânicas Siemens, SCE e WERMA e a campainha eletrónica WCH. Verificou-se, também, que as campainhas instaladas têm um comportamento diverso do reportado pelos fabricantes e do avaliado em laboratório e que, no terreno, as campainhas apresentavam um desempenho mais favorável (menor emissão), sob o ponto de vista da incomodidade sonora percebida pela população mais próxima das vias férreas e, em particular, das passagens de nível com sinalização sonora. Por outro lado, verificou-se também que, apesar das características das campainhas serem diferentes, muitos dos inquiridos já tinham investido em medidas de redução de incomodidade como, por exemplo, acréscimo de isolamento sonoro de fachadas nos edifícios que se localizavam na área envolvente das PN. Apesar desse investimento, a verdade é que continuam a existir pessoas incomodadas por estes dispositivos. Contudo, não se verificaram distinções significativas no que diz respeito à incomodidade provocada por um tipo específico de campainhas.

Não se quer dizer com isto que estas medidas tomadas não tenham surtido efeito nenhum. Existem realmente pessoas que perante algumas delas notaram a diferença., mas também se constatou que aquando expostos a situações idênticas muitos indivíduos demonstraram respostas completamente opostas, não sendo possível, portanto, ter uma noção exata e geral daquilo que incomoda ou não as pessoas e daquilo que se pode fazer para gerar o bem comum. As pessoas são diferentes umas das outras e perante o mesmo estímulo não sentem a mesma coisa e não reagem da mesma maneira.

Finalmente, importa realçar que, apesar de todo este trabalho de ‘campo’ ser importante, previamente se fez uma pesquisa bibliográfica, de trabalhos e estudos já feitos no mesmo âmbito, e que estes funcionaram como um referencial inicial para o trabalho desenvolvido nesta dissertação, assim como, para perceber se já se tinham conseguido arranjar maneiras de solucionar este problema. Através desta pesquisa bibliográfica aferiu-se que o problema em questão era um problema internacional, que já haviam alguns trabalhos realizados e relacionados com este tema e que em muitos deles, tal como nesta dissertação, se tinham recorrido a inquéritos para avaliar a componente subjetiva e a medições acústicas para avaliar a componente objetiva. Depois de analisados todos estes documentos ficou-se, então, com uma noção mais clara da maneira como se devia proceder também neste projeto, nomeadamente em termos da estrutura que o inquérito a realizar devia seguir.

Referências Bibliográficas

1. Barradas, Ricardo. *Evolução da Rede Ferroviária Portuguesa 1856-2016*. s.l. : Canal Nó Ferroviário, 11 de fevereiro de 2017.
2. 160 Anos de Comboios em Portugal. *Histórias com História*. [Online] 28 de outubro de 2016. [Citação: 06 de julho de 2018.] <http://historiaschistoria.blogspot.com/2016/10/160-anos-de-comboios-em-portugal.html>.
3. Infraestruturas de Portugal. Rede. *Infraestruturas de Portugal*. [Online] [Citação: 18 de junho de 2018.] <http://www.infraestruturasdeportugal.pt/rede>.
4. *Seis pessoas morreram em 2017 em acidentes em passagens de nível*. Diário de Notícias. 21 de abril de 2018.
5. European Environmental Agency. Noise in Europe 2014. *European Environmental Agency*. [Online] 2014. [Citação: 04 de julho de 2018.] <https://www.eea.europa.eu/publications/noise-in-europe-2014/file>.
6. —. Noise fact sheets 2017. *European Environmental Agency*. [Online] 2017. [Citação: 04 de julho de 2018.] <https://www.eea.europa.eu/themes/human/noise/sub-sections/noise-fact-sheets>.
7. —. The Noise Observation & Information Service for Europe. *European Environmental Agency*. [Online] 2017. [Citação: 04 de julho de 2018.] <https://www.eea.europa.eu/themes/human/noise/noise-story-map>.
8. —. Number of people in the EU exposed to noise levels above Lden 55 dB. *European Environmental Agency*. [Online] 2017. [Citação: 04 de julho de 2018.] https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/daviz/number-of-people-in-the#tab-chart_1.
9. Infraestruturas de Portugal. Passagens de nível. *Infraestruturas de Portugal*. [Online] [Citação: 04 de julho de 2018.] <http://www.infraestruturasdeportugal.pt/rede/ferroviaria/passagens-de-nivel>.
10. Travessia das passagens de nível e a sinistralidade. *Circula Seguro*. [Online] [Citação: 03 de abril de 2018.] <http://www.circulaseguro.pt/via-e-climatologia/travessia-das-passagens-de-nivel-e-a-sinistralidade>.
11. Decreto-Lei n.º 39780. *Diário da República*. 1954.
12. REFER. Passagens de nível - Livro verde. [Online] dezembro de 2009. [Citação: 03 de abril de 2018.] <http://passagensdenivel.infraestruturasdeportugal.pt/livroverde/index.html>.
13. Decreto-Lei n.º 156/81. *Diário da República*. 1981.
14. Imprensa Nacional-Casa da Moeda, S. A. Decreto-Lei n.º 568/99. *Diário da República*. 1999.
15. Imprensa Nacional-Casa da Moeda. Decreto-Lei n.º 24/2005. *Diário da República*. 2005.
16. —. Decreto-Lei n.º 77/2008. *Diário da República*. 2008.
17. Comissão Europeia. Passagens de Nível. *Comissão Europeia*. [Online] [Citação: 19 de junho de 2018.] https://ec.europa.eu/transport/road_safety/topics/infrastructure/level_crossing_pt.
18. D. Alarcão, Bento Coelho, J.L e Gerges, S. *Caracterização acústica de campainhas de passagem de nível*. 2008.

19. Carvalho, A. P. Oliveira de. *Acústica Ambiental e de Edifícios*. Porto : s.n., 2016.
20. Serafim, Marcos. Ergonomia Aplicada. [Online] 26 de janeiro de 2008. [Citação: 28 de julho de 2018.] <http://ergonomiaaplicada.blogspot.com/2008/01/rudo-estresse-fisiolgico-e-medidas-de.html>.
21. APA, Agência Portuguesa do Ambiente. Som, Ruído e Incomodidade. [Online] 2009. [Citação: 30 de abril de 2018.] <https://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=86&sub2ref=529>.
22. Barreira que vem para baixo em uma passagem de nível. Down,batente. *dreamstime*. [Online] [Citação: 28 de julho de 2018.] <https://pt.dreamstime.com/filme-barreira-que-vem-para-baixo-em-uma-passagem-de-n%C3%ADvel-video40867383>.
23. Infraestruturas de Portugal. [Online] [Citação: 25 de outubro de 2018.] <https://goo.gl/images/Mdr5XV>.
24. Gonçalves, Daniel António Fonseca. *Modelação de Ruído de Tráfego Ferroviário - Caracterização do Material Circulante em Portugal*. Departamento de Ambiente (DA), Instituto Politécnico de Viseu. Viseu : s.n., 2014. Relatório de Estágio.
25. López, Rosa Maria Matas e Pérez del Campo, Pedro. El Ruido en las Líneas Ferroviarias.
26. *Noise annoyance through railway traffic - a*. Zannin, Paulo Henrique Trombetta e Bunn, Fernando. 2014, Journal of Environmental Health Sciences & Engineering.
27. International Union of Railways (UIC). *Railway Noise in Europe - state of the art report*. 2016.
28. *Level crossing alarms: Policy on the intalation of Quiet Bells* . Tranz Rail Engineering Services. 2003.
29. Hugh Kendall - General Railway Signal Company. History and Review of Railway-highway Grade Crossing Warning Systems and the Genesis of Standard Specification.
30. Alarcão, Diogo Osório de e Bento Coelho, J. L. . *Assessoria Técnica em Ruído de Tráfego - Caracterização Acústica de Camapinhas de Passagem de Nível*. REFER; Instituto Superior Técnico; CAPS. 2009.
31. Infraestruturas de Portugal. Passagens de Nível. [Online] [Citação: 28 de julho de 2018.] <http://passagensdenivel.infraestruturasdeportugal.pt/conceitos/sinal.html>.
32. [Online] [Citação: 28 de julho de 2018.] <https://goo.gl/images/risWha>.
33. Correio da Manhã. Divulgadas principais causas para acidentes em passagens de nível. [Online] [Citação: 25 de outubro de 2018.] https://www.cmjornal.pt/cm-ao-minuto/detalhe/telemoveis_e_velocidade_sao_as_principais_causas_de_acidentes_em_passagens_de_nivel.
34. [Online] [Citação: 25 de outubro de 2018.] <https://goo.gl/images/KizSCL>.
35. *Measuring driver responses at railway level crossings*. Tey, Li-Sian, Ferreira, Luis e Wallace, Angela . s.l. : Elsevier, Accident Analysis and Prevention, Vol. 43.
36. *Sounding the warning bells: The need for a systems approach to understanding behaviour at rail level crossings*. Read, Gemma J.M., M. Salmon, Paul e G. Lenné, Michael . 5, s.l. : Elsevier, 2013, Applied Ergonomics, Vol. 44.

37. Laapotti, Sirkku. *Comparison of fatal motor vehicle accidents at passive and active railway level crossings in Finland*. s.l. : IATSS, 2015.
38. *More than meets the eye: Using cognitive work analysis to identify design requirements for future rail level crossing systems*. Salmon, Paul M., et al. s.l. : Elsevier, 2015, Applied Ergonomics, Vol. 53.
39. *Using the decision ladder to understand road user decision making at actively controlled rail level crossings*. Mulvihill, Christine M., et al. s.l. : Elsevier, 2015, Applied Ergonomics, Vol. 56.
40. *A new insight on the risky behavior of motorists at railway level crossings: An observational field study*. Liang, Ci, et al. s.l. : Elsevier, 2017, Accident Analysis and Prevention, Vol. 108.
41. *To stop or not to stop: Contrasting compliant and non-compliant driver behaviour at rural rail level crossings*. Beanland, Vanessa, et al. s.l. : Elsevier, 2017, Accident Analysis and Prevention, Vol. 108.
42. *Non-radial DEA model: A new approach to evaluation of safety at railway level crossings*. Djordjević, Boban, Krmac, Evelin e Josip Mlinarić, Tomislav . s.l. : Elsevier, 2017, Safety Science, Vol. 103.
43. ICF International. *Railroad Crossing Warming Bells Noise Analysis Study*. 2013.
44. Butt, Tom. *Train Horns A Modern Public Health Plague*. 2013.
45. Decreto-Lei n.º 568/99. *Diário da República*. 1999.
46. Lages, José Carlos e Leitão Batista, Paulo. *Capeia Arraiana*. [Online] 23 de dezembro de 2014. [Citação: 17 de agosto de 2018.] <http://capeiaarraiana.pt/2014/12/23/automatizacao-da-passagem-de-nivel-na-cerdeira/>.
47. Arezes, Pedro Miguel Ferreira Martins. *Percepção do Risco de Exposição*. Escola de Engenharia, Universidade do Minho. 2002.
48. *Social Acoustic Survey and Noise Mitigation Solutions on a Portuguese Urban Highway*. Rocha, Cecília e Carvalho, António . 2005.
49. Antunes, Sónia Maria Monteiro da Silva. *Avaliação do Ambiente sonoro em zonas urbanas. Integração de aspectos qualitativos*. Departamento de Ambiente e Ordenamento, Universidade de Aveiro. 2011.
50. Bento, Eliana Fernandes Moraes. *A Incomodidade do Ruído: Relações com o Nível de Exposição Sonoro e Identidade de Lugar*. FACULDADE DE PSICOLOGIA, UNIVERSIDADE DE LISBOA. 2011.
51. Cleto, Ricardo. *O Som e o Ruído nos Jardins do Porto*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. 2012.
52. Rodrigues, Ricardo António. *Caracterização das paisagens sonoras em três*. Engenharia do Ambiente, Instituto Superior Técnico de Lisboa. 2015.
53. Anjos, Miguel António Remechido. *Caracterização do Conforto Acústico em Edifícios de Habitação*. 2013.
54. —. *Caracterização do Conforto Acústico em Edifícios de Habitação*. Engenharia Civil, Universidade Nova de Lisboa. 2013.
55. Høsoien, Clas Ola, et al. *Socio-Acoustic Survey of Sound Quality in Dwellings in Norway*. 2016.

56. Lago, Eliane Maria Gorga. *Ruído ambiental emitido por obras de construção vertical em áreas urbanas - Interferência e percepção na vizinhança*. Escola de Engenharia, Universidade do Minho. 2017.
57. Lopes, Tatiana Lemos Teixeira. *Percepção de Ruído Urbano na Cidade do Porto*. MIEA, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. 2017.

ANEXOS

Anexo I - Estrutura do inquérito porta-a-porta

Segurança em passagens de nível - Campanhas de aviso

Com este inquérito pretende-se conhecer a incomodidade causada pelo ruído proveniente das campanhas destinadas à segurança dos peões em passagens de nível ferroviárias. Todas as informações são anónimas, de acordo com a lei da proteção de dados pessoais.

***Obrigatório**

1. Aceita participar no presente inquérito? *

Marcar apenas uma oval.

☐ Sim

☐ Não *Pare de preencher este formulário.*



2. Sexo

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Feminino
☐ Masculino

3. Nacionalidade

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Portuguesa
☐ Outra: _____

4. Idade?

<https://docs.google.com/forms/d/1eZUdZmE89ZadlyBgkVSub8stLFh9uiZ3vvE6nti9Gnk/edit>

18

Segurança em passagens de nível - Campanhas de aviso

5. Qual o seu nível de escolaridade?

Marcar apenas uma oval.

- ☐ 4º ano
☐ 9º ano
☐ 12º
☐ Bacharelato ou licenciatura pós-Bolonha
☐ Licenciatura Pré-Bolonha
☐ Pós-graduação, Mestrado ou Doutorado

6. Qual a sua atividade profissional?

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Empregado
☐ Desempregado
☐ Reformado
☐ Estudante
☐ Outra: _____

7. Indique se sofre de algum destes problemas de saúde

Marcar tudo o que for aplicável.

- ☐ Insónias
- ☐ Dificuldades auditivas
- ☐ Doença cardíaca
- ☐ Doença do sistema circulatório
- ☐ Problemas de tensão arterial
- ☐ Outra: _____

8. Considera que o ruído interfere com algum dos problemas de saúde que indicou?

Marcar apenas uma oval por linha.

	Sim	Não	Não sofro deste problema
Insónias	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Dificuldades auditivas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Doença cardíaca	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Doença do sistema circulatório	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Problemas de tensão arterial	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
outro	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

9. Está próximo de uma passagem de nível com sinalização?

Marcar apenas uma oval por linha.

	Sim	Não
Mora	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Trabalha	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. Se sim, há quanto mora neste local?

11. Se sim, há quanto trabalha neste local?

12. O edifício ou fração onde se encontra é:

Marcar apenas uma oval.

- ☐ uma propriedade pessoal
- ☐ uma propriedade arrendada
- ☐ Outra: _____

13. Qual o tipo de edifício onde mora ou trabalha?

Marcar tudo o que for aplicável.

	Moro	Trabalho
Moradia ou casa particular	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Edifício multifamiliar (prédio em altura)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Espaço comercial (lojas)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Espaço de serviços (escritórios, consultórios, etc.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

14. Em que andar mora ou trabalha?

15. O local onde se encontra tem, na fachada exterior, aberturas com ...

Marcar tudo o que for aplicável.

- ☐ Janela simples
- ☐ Janela com vidro duplo
- ☐ Janela dupla
- ☐ Outra: _____

16. Na escala seguinte, indique o quão sensível ao ruído se considera.

Marcar apenas uma oval.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
nada sensível	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	extremamente sensível

17. Na sua habitação ou local de trabalho, onde se sente mais incomodado pelo ruído?*Marcar apenas uma oval por linha.*

	não aplicável	nunca	poucas vezes	algumas vezes	muitas vezes	sempre
Quarto	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sala	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cozinha	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Escritório	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Local de trabalho	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
No exterior (jardim, horta, varanda, ...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

<https://docs.google.com/forms/d/1eZUdZmE89ZadlyBgkVSub8stLFh9uiZ3vvE6nti9Gnk/edit>

8

Segurança em passagens de nível - Campanhas de aviso

18. Está virado para a via férrea?*Marcar apenas uma oval por linha.*

	não aplicável	sim	não
Quarto	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sala	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cozinha	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Escritório	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Local de trabalho	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
No exterior (jardim, horta, varanda, ...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

19. Está próximo de uma passagem de nível com sinalização sonora?

Marcar apenas uma oval por linha.

	não aplicável	sim	não
Quarto	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sala	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cozinha	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Escritório	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Local de trabalho	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
No exterior (jardim, horta, varanda, ...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Secção sem título

20. Na escala apresentada, classifique os seguintes ruídos em função da incomodidade que sente.

Marcar apenas uma oval por linha.

	não existe na proximidade	absolutamente nada	ligeiramente	moderadamente	muito	extremamente
o comboio a passar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
o comboio a parar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
o comboio a reiniciar a viagem	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
o comboio a apitar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
a campainha a tocar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
a combinação da campainha a tocar com o comboio a apitar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
os veículos (carros, camiões, outros) a passar por cima dos carris da via férrea	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
outro ruído	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

21. Qual outro ruído o incomoda?

22. Quantas vezes ao dia ...*Marcar apenas uma oval por linha.*

	Nenhuma	1	2 ou 3	4 ou 5	entre 6 e 9	mais de 10
ouve o ruído do comboio a passar?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
ouve o ruído do comboio a apitar?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
ouve o ruído das campainhas destinadas à segurança dos peões nas passagens de nível?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

23. Quando se sente incomodado com o ruído ferroviário, quais os ruídos que ouve ao mesmo tempo?*Marcar apenas uma oval por linha.*

	Sim	Não
comboio a passar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
comboio a apitar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
campainhas destinadas à segurança dos peões nas passagens de nível	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

24. Quando é que incomodam mais?*Marcar tudo o que for aplicável.*

	durante o dia, à semana	durante a noite, à semana	durante o dia, ao fim-de-semana	durante a noite, ao fim de semana
ruído do comboio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ruído do comboio a apitar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ruído das campainhas de segurança	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

25. Indique na escala seguinte, quanto incomoda o ruído proveniente das campainhas destinadas à segurança dos peões nas passagens de nível.*Marcar apenas uma oval.*

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
não incomoda nada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	incomoda extremamente

26. Em que medida é que o ruído das campainhas destinadas à segurança dos peões nas passagens de nível ...

Marcar apenas uma oval por linha.

	não aplicável	absolutamente nada	ligeiramente	moderadamente	muito	extremamente
interfere com a conversação	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
perturba quando vê televisão, ouve rádio, etc.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
interfere com a concentração durante o estudo/trabalho	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
causa irritação	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
causa fadiga	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
causa dores de cabeça	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
provoca dificuldades em descansar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
provoca dificuldades em adormecer	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
outra interferência	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

27. Qual a outra interferência que quer mencionar?

28. Devido ao ruído proveniente das campainhas destinadas à segurança dos peões nas passagens de nível...

Marcar apenas uma oval por linha.

	Sim	Não
já apresentou reclamação a uma entidade oficial (APA, Município, Polícia)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
já apresentou reclamação à entidade responsável (IP)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
já investiu em isolamento de fachada (vidros duplos ou mais, janelas duplas)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
já aderiu a uma petição ou a alguma campanha de moradores	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
já procurou informação sobre medidas de redução de ruído	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
já utilizou protetores auditivos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
já utilizou medicação	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
já tomou alguma atitude	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

29. Que outra atitude tomou?

30. Considera que a atitude que tomou teve algum efeito positivo?

Marcar apenas uma oval.

☐ Sim

☐ Não

<https://forms.google.com/forms/d/1eZUdZmE89ZadlyBgkVSub8stLFh9uiZ3vvE6nti9Gnk/edit>

8

Segurança em passagens de nível - Campanhas de aviso

31. Se sim, qual foi o efeito?

32. Qual a responsabilidade dos Municípios quando autorizam a construção de novas habitações em locais que já são ruidosos?

Marcar apenas uma oval.

	1	2	3	4	5
Nenhuma	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Toda					

33. De quem considera que é a máxima responsabilidade, para o proteger do ruído? *

Marcar apenas uma oval por linha.

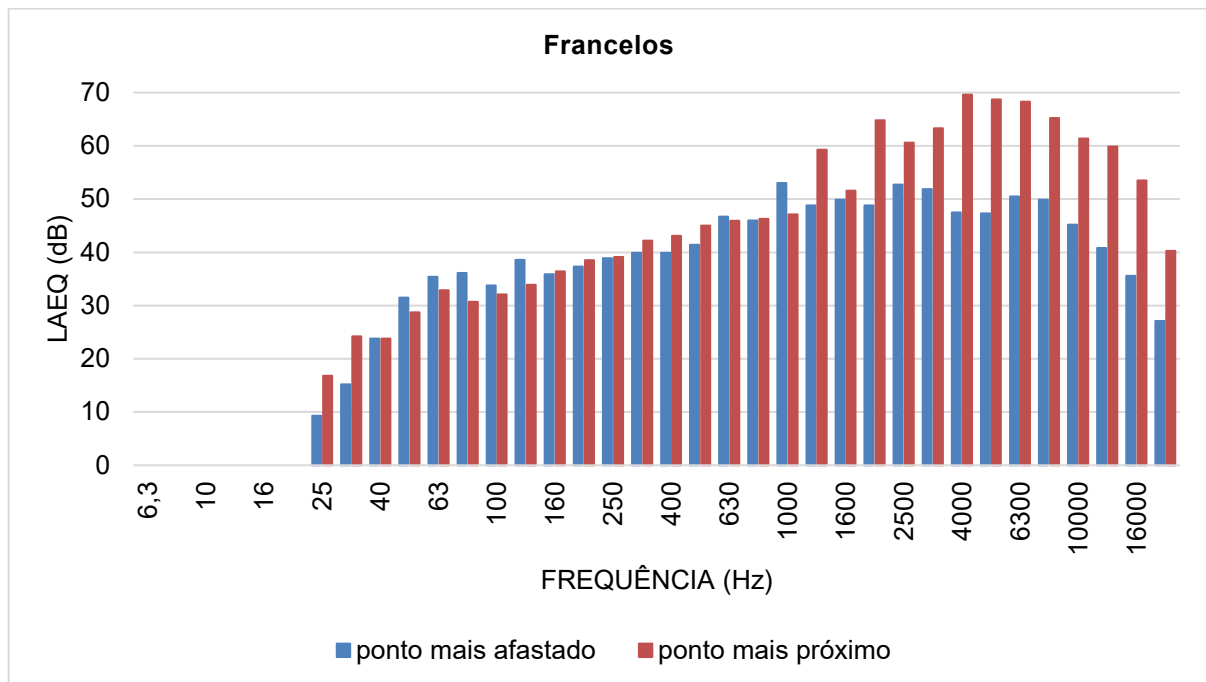
	Sim	Não
Município	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Promotor imobiliário	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Projetista (arquiteto, engenheiro, ...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Construtor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Responsável pela fonte de ruído	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Outro	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

34. Qual outro?

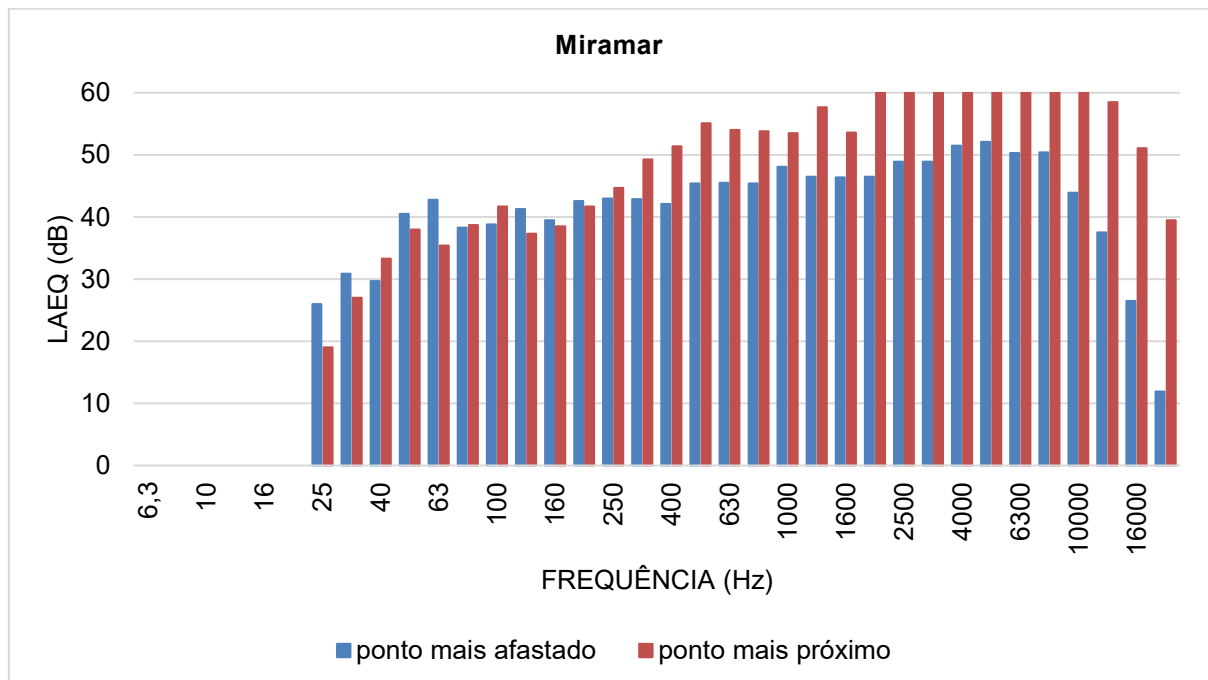
Anexo II - Níveis de pressão sonora por bandas de 1/3 de oitava das campanhas medidas em campo

Níveis de pressão sonora por bandas de 1/3 de oitava da campanha de Francelos medidos no ponto mais afastado e mais próximo.

Frequência (Hz)	Ponto mais afastado		Ponto mais próximo	
	L _{eq} (dB)	L _{Aeq} (dB)	L _{eq} (dB)	L _{Aeq} (dB)
6,3	57,9	---	62,5	---
8	56,7	---	61,5	---
10	55,9	---	61,1	---
12,5	54,4	---	61,4	---
16	53,6	---	62,8	---
20	52,8	---	62,4	---
25	54,0	9,3	61,5	16,8
31,5	54,9	15,2	63,9	24,2
40	58,4	23,8	58,4	23,8
50	61,7	31,5	58,9	28,7
63	61,6	35,4	59,1	32,9
80	58,6	36,1	53,2	30,7
100	52,9	33,8	51,2	32,1
125	54,7	38,6	50,0	33,9
160	49,3	35,9	49,8	36,4
200	48,2	37,3	49,4	38,5
250	47,5	38,9	47,7	39,1
315	46,5	39,9	48,8	42,2
400	44,7	39,9	47,9	43,1
500	44,6	41,4	48,2	45,0
630	48,6	46,7	47,8	45,9
800	46,8	46,0	47,1	46,3
1k	53,0	53,0	47,1	47,1
1,25k	48,2	48,8	58,7	59,3
1,6k	48,9	49,9	50,6	51,6
2k	47,6	48,8	63,6	64,8
2,5k	51,4	52,7	59,3	60,6
3,15k	50,7	51,9	62,1	63,3
4k	46,5	47,5	68,6	69,6
5k	46,8	47,3	68,2	68,7
6,3k	50,6	50,5	68,4	68,3
8k	51,0	49,9	66,3	65,2
10k	47,7	45,2	63,9	61,4
12,5k	45,1	40,8	64,2	59,9
16k	42,2	35,6	60,1	53,5
20k	36,4	27,1	49,6	40,3
L _{Aeq}		61,1		75,5
L _{eq}	71,1		78,0	



Níveis de pressão sonora por bandas de $\frac{1}{3}$ de oitava da campanha de Francelos medidos no ponto mais afastado e mais próximo.



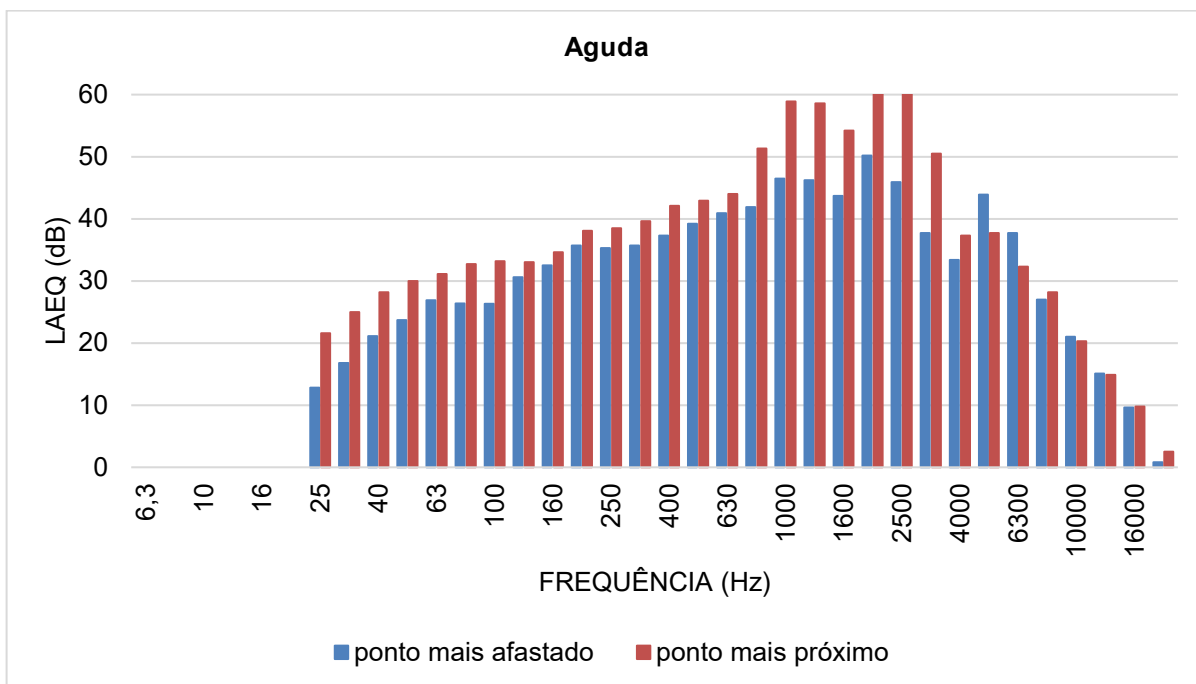
Níveis de pressão sonora por bandas de $\frac{1}{3}$ de oitava da campanha de Miramar medidos no ponto mais afastado e mais próximo.

Níveis de pressão sonora por bandas de 1/3 de oitava da campanha de Miramar medidos no ponto mais afastado e mais próximo.

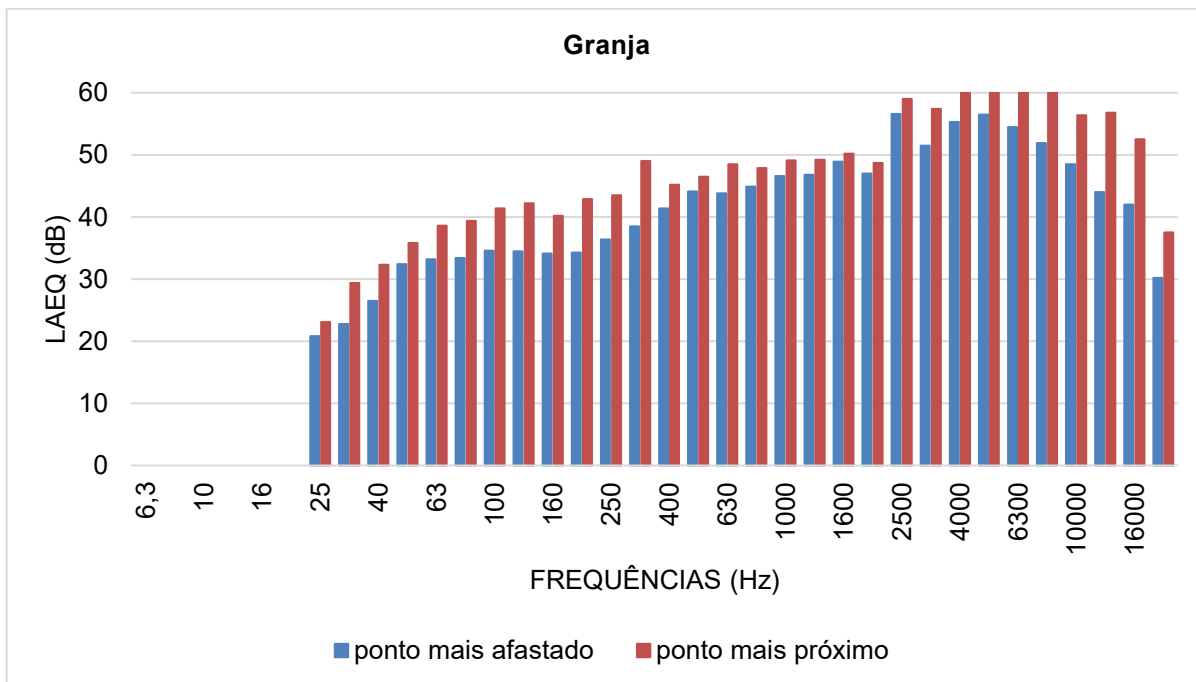
Frequência (Hz)	Ponto mais afastado		Ponto mais próximo	
	L _{eq} (dB)	L _{Aeq} (dB)	L _{eq} (dB)	L _{Aeq} (dB)
6,3	72,3	---	64,2	---
8	71,5	---	62,7	---
10	73,0	---	61,7	---
12,5	72,6	---	61,0	---
16	72,1	---	59,6	---
20	69,8	---	58,4	---
25	70,7	26,0	63,7	19,0
31,5	70,6	30,9	66,7	27,0
40	64,3	29,7	67,9	33,3
50	70,7	40,5	68,2	38,0
63	69,0	42,8	61,6	35,4
80	60,8	38,3	61,2	38,7
100	57,9	38,8	60,8	41,7
125	57,4	41,3	53,4	37,3
160	52,9	39,5	51,9	38,5
200	53,5	42,6	52,6	41,7
250	51,6	43,0	53,3	44,7
315	49,5	42,9	55,9	49,3
400	46,9	42,1	56,2	51,4
500	48,6	45,4	58,3	55,1
630	47,4	45,5	55,9	54,0
800	46,2	45,4	54,6	53,8
1k	48,1	48,1	53,5	53,5
1,25k	45,9	46,5	57,1	57,7
1,6k	45,4	46,4	52,6	53,6
2k	45,3	46,5	61,9	63,1
2,5k	47,6	48,9	59,1	60,4
3,15k	47,7	48,9	60,8	62,0
4k	50,5	51,5	67,2	68,2
5k	51,6	52,1	66,8	67,3
6,3k	50,4	50,3	66,2	66,1
8k	51,5	50,4	65,3	64,2
10k	46,4	43,9	62,7	60,2
12,5k	41,8	37,5	62,8	58,5
16k	33,1	26,5	57,7	51,1
20k	21,2	11,9	48,8	39,5
L _{Aeq}		60,5		74,2
L _{eq}	83,4		78,8	

Níveis de pressão sonora por bandas de 1/3 de oitava da campainha de Aguda medidos no ponto mais afastado e mais próximo.

Frequência (Hz)	Ponto mais afastado		Ponto mais próximo	
	L _{eq} (dB)	L _{Aeq} (dB)	L _{eq} (dB)	L _{Aeq} (dB)
6,3	60,6	---	69,8	---
8	60,3	---	69,5	---
10	60,7	---	69,6	---
12,5	60,1	---	68,7	---
16	59,4	---	67,8	---
20	59,0	---	67,2	---
25	57,5	12,8	66,3	21,6
31,5	56,5	16,8	64,7	25,0
40	55,7	21,1	62,8	28,2
50	53,9	23,7	60,2	30,0
63	53,1	26,9	57,3	31,1
80	48,9	26,4	55,2	32,7
100	45,4	26,3	52,3	33,2
125	46,7	30,6	49,1	33,0
160	45,9	32,5	48,0	34,6
200	46,6	35,7	49,0	38,1
250	43,9	35,3	47,1	38,5
315	42,3	35,7	46,2	39,6
400	42,1	37,3	46,9	42,1
500	42,4	39,2	46,1	42,9
630	42,8	40,9	45,9	44,0
800	42,7	41,9	52,1	51,3
1k	46,5	46,5	58,9	58,9
1,25k	45,6	46,2	58,0	58,6
1,6k	42,7	43,7	53,2	54,2
2k	49,0	50,2	59,1	60,3
2,5k	44,6	45,9	59,6	60,9
3,15k	36,5	37,7	49,3	50,5
4k	32,4	33,4	36,3	37,3
5k	43,4	43,9	37,2	37,7
6,3k	37,8	37,7	32,4	32,3
8k	28,1	27,0	29,3	28,2
10k	23,5	21,0	22,8	20,3
12,5k	19,4	15,1	19,2	14,9
16k	16,2	9,6	16,4	9,8
20k	10,1	0,8	11,8	2,5
L _{Aeq}		55,3		66,4
L _{eq}	72,2		80,9	



Níveis de pressão sonora por bandas de $\frac{1}{3}$ de oitava da campanha de Aguda medidos no ponto mais afastado e mais próximo.



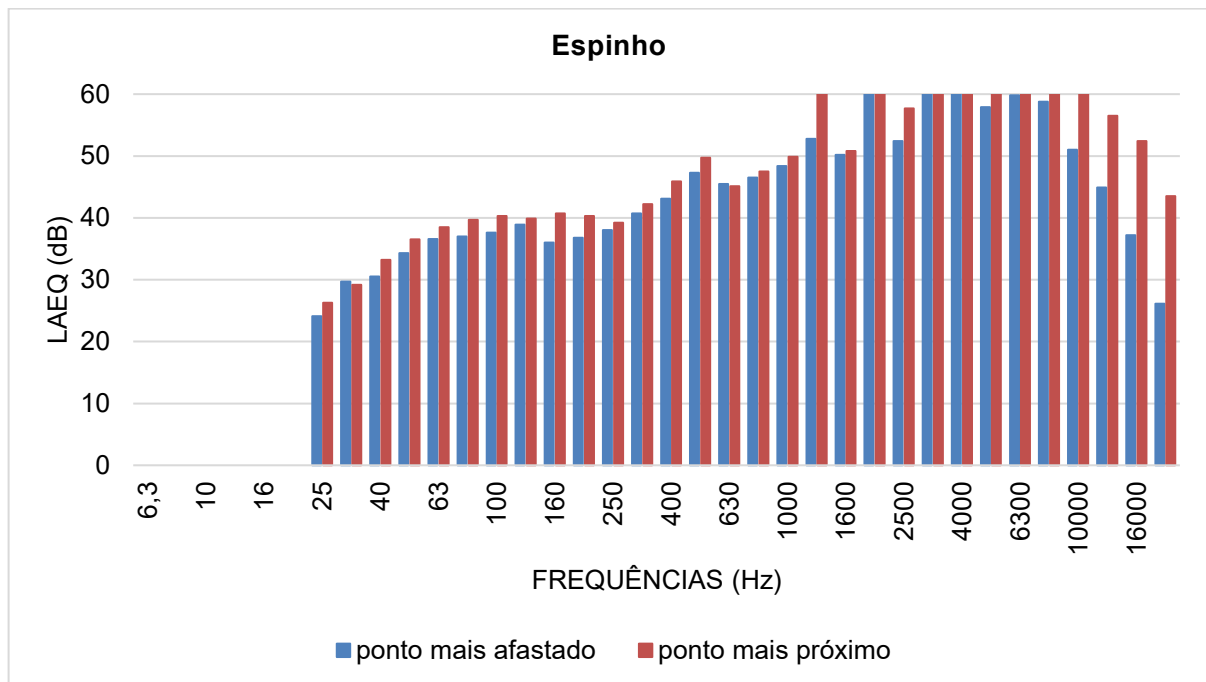
Níveis de pressão sonora por bandas de $\frac{1}{3}$ de oitava da campanha de Granja medidos no ponto mais afastado e mais próximo.

Níveis de pressão sonora por bandas de $\frac{1}{3}$ de oitava da campainha de Granja medidos no ponto mais afastado e mais próximo.

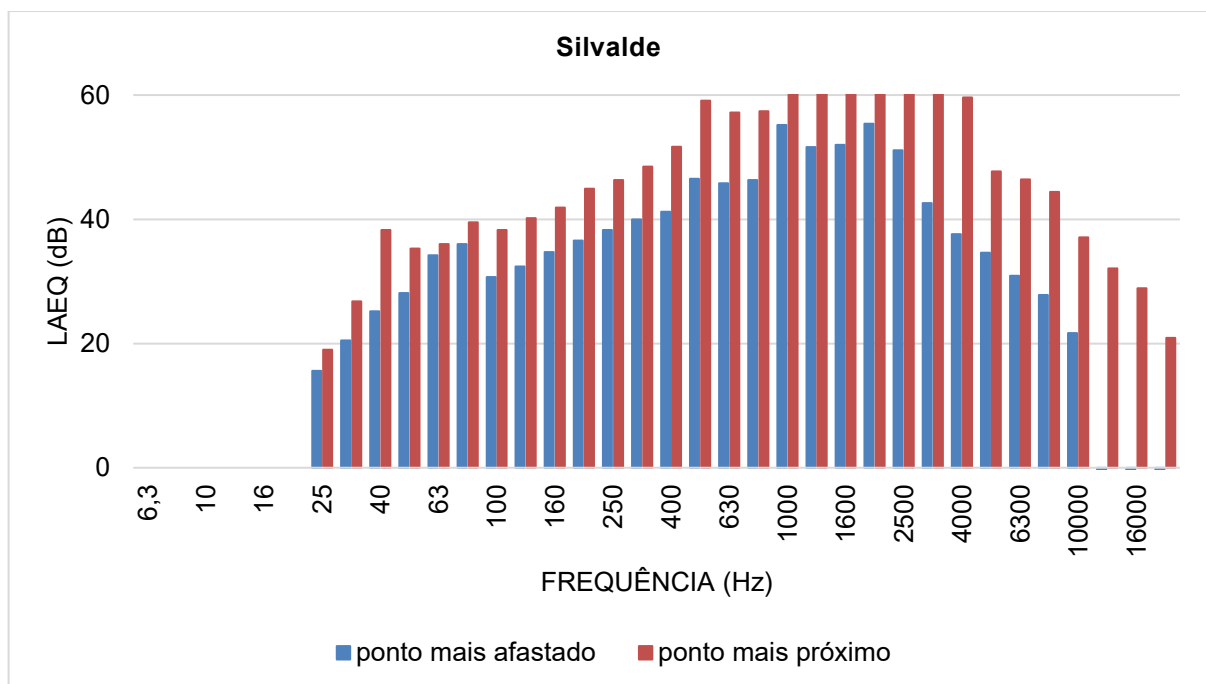
Frequência (Hz)	Ponto mais afastado		Ponto mais próximo	
	L _{eq} (dB)	L _{Aeq} (dB)	L _{eq} (dB)	L _{Aeq} (dB)
6,3	67,8	---	75,9	---
8	67,7	---	72,7	---
10	67,6	---	71,4	---
12,5	67,4	---	70,8	---
16	65,9	---	70,9	---
20	64,3	---	70,3	---
25	65,5	20,8	67,8	23,1
31,5	62,5	22,8	69,1	29,4
40	61,1	26,5	66,9	32,3
50	62,6	32,4	66,0	35,8
63	59,4	33,2	64,8	38,6
80	55,9	33,4	61,9	39,4
100	53,7	34,6	60,5	41,4
125	50,6	34,5	58,3	42,2
160	47,5	34,1	53,6	40,2
200	45,2	34,3	53,8	42,9
250	45,0	36,4	52,1	43,5
315	45,1	38,5	55,6	49,0
400	46,2	41,4	50,0	45,2
500	47,3	44,1	49,7	46,5
630	45,7	43,8	50,4	48,5
800	45,7	44,9	48,7	47,9
1k	46,6	46,6	49,1	49,1
1,25k	46,2	46,8	48,6	49,2
1,6k	47,9	48,9	49,2	50,2
2k	45,8	47,0	47,5	48,7
2,5k	55,3	56,6	57,7	59,0
3,15k	50,3	51,5	56,2	57,4
4k	54,3	55,3	61,4	62,4
5k	56,0	56,5	67,3	67,8
6,3k	54,6	54,5	65,1	65,0
8k	53,0	51,9	65,6	64,5
10k	51,0	48,5	58,9	56,4
12,5k	48,3	44,0	61,1	56,8
16k	48,6	42,0	59,1	52,5
20k	39,5	30,2	46,8	37,5
L_{Aeq}		63,4		72,0
L_{eq}	79,4		84,0	

Níveis de pressão sonora por bandas de $\frac{1}{3}$ de oitava da campanha de Espinho medidos no ponto mais afastado e mais próximo.

Frequência (Hz)	Ponto mais afastado		Ponto mais próximo	
	L_{eq} (dB)	L_{Aeq} (dB)	L_{eq} (dB)	L_{Aeq} (dB)
6,3	70,7	---	75,2	---
8	70,4	---	74,1	---
10	70,2	---	72,6	---
12,5	70,0	---	72,8	---
16	68,9	---	72,7	---
20	68,8	---	71,3	---
25	68,8	24,1	71,0	26,3
31,5	69,4	29,7	68,9	29,2
40	65,1	30,5	67,8	33,2
50	64,5	34,3	66,7	36,5
63	62,8	36,6	64,7	38,5
80	59,5	37,0	62,2	39,7
100	56,7	37,6	59,4	40,3
125	55,0	38,9	56,0	39,9
160	49,4	36,0	54,1	40,7
200	47,7	36,8	51,2	40,3
250	46,6	38,0	47,8	39,2
315	47,3	40,7	48,8	42,2
400	47,9	43,1	50,7	45,9
500	50,5	47,3	52,9	49,7
630	47,4	45,5	47,0	45,1
800	47,3	46,5	48,3	47,5
1k	48,4	48,4	49,9	49,9
1,25k	52,2	52,8	62,3	62,9
1,6k	49,2	50,2	49,8	50,8
2k	59,4	60,6	61,7	62,9
2,5k	51,1	52,4	56,4	57,7
3,15k	65,6	66,8	72,7	73,9
4k	61,0	62,0	67,5	68,5
5k	57,4	57,9	64,7	65,2
6,3k	59,9	59,8	69,8	69,7
8k	59,9	58,8	74,7	73,6
10k	53,5	51,0	68,0	65,5
12,5k	49,2	44,9	60,8	56,5
16k	43,8	37,2	59,0	52,4
20k	35,4	26,1	52,8	43,5
L_{Aeq}		70,3		78,9
L_{eq}	83,1		85,4	



Níveis de pressão sonora por bandas de $\frac{1}{3}$ de oitava da campanha de Espinho medidos no ponto mais afastado e mais próximo.



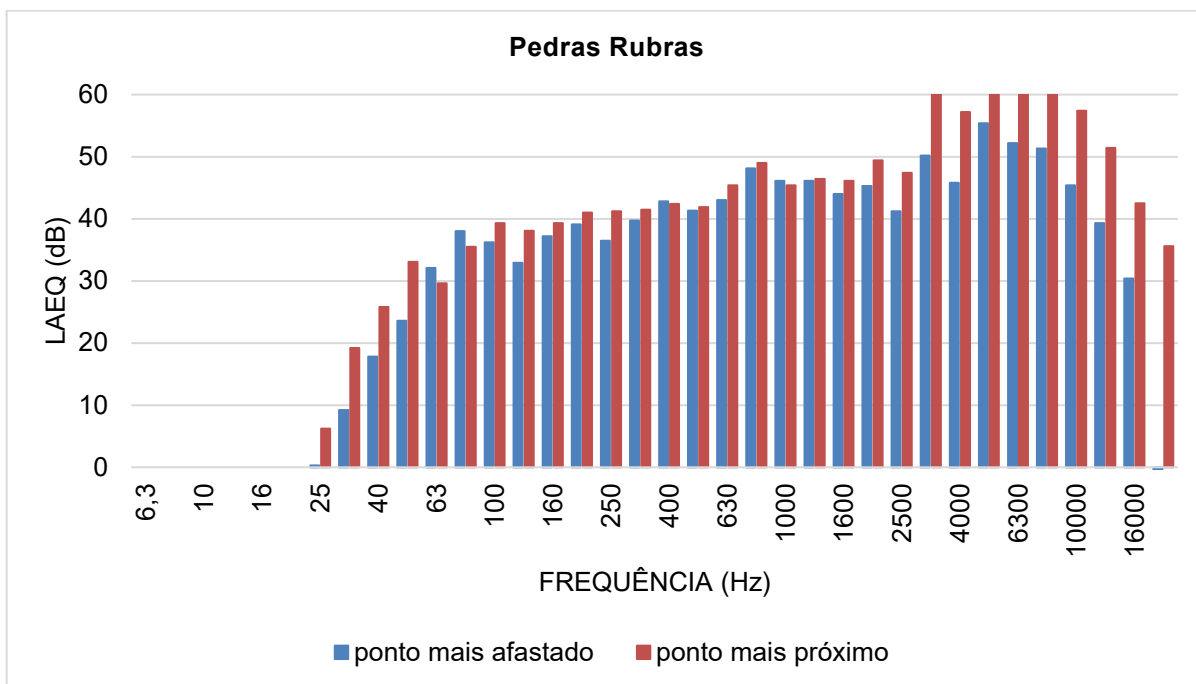
Níveis de pressão sonora por bandas de $\frac{1}{3}$ de oitava da campanha de Silvalde medidos no ponto mais afastado e mais próximo.

Níveis de pressão sonora por bandas de $\frac{1}{3}$ de oitava da campainha de Silvalde medidos no ponto mais afastado e mais próximo.

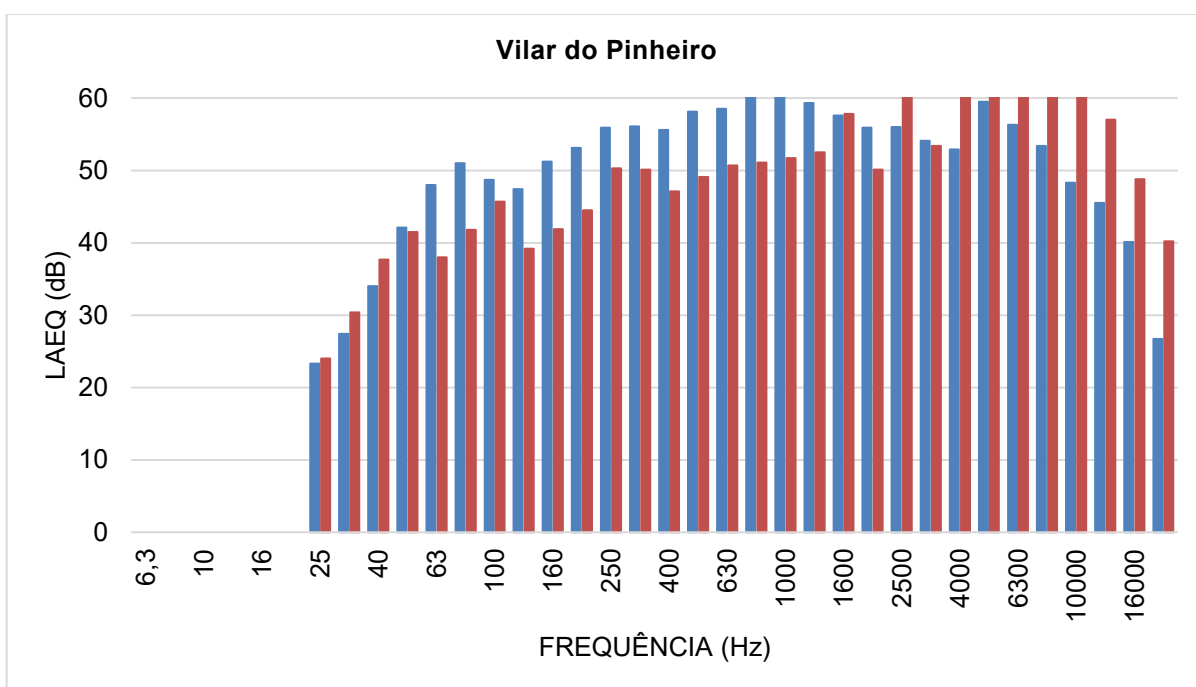
Frequência (Hz)	Ponto mais afastado		Ponto mais próximo	
	L _{eq} (dB)	L _{Aeq} (dB)	L _{eq} (dB)	L _{Aeq} (dB)
6,3	62,8	---	68,7	---
8	63,3	---	69,1	---
10	62,4	---	65,4	---
12,5	61,2	---	68,4	---
16	61,8	---	65,7	---
20	62,5	---	66,8	---
25	60,3	15,6	63,7	19,0
31,5	60,2	20,5	66,5	26,8
40	59,8	25,2	72,9	38,3
50	58,3	28,1	65,5	35,3
63	60,4	34,2	62,2	36,0
80	58,5	36,0	62,0	39,5
100	49,8	30,7	57,4	38,3
125	48,5	32,4	56,3	40,2
160	48,1	34,7	55,3	41,9
200	47,5	36,6	55,8	44,9
250	46,9	38,3	54,9	46,3
315	46,6	40,0	55,1	48,5
400	46,0	41,2	56,5	51,7
500	49,7	46,5	62,3	59,1
630	47,7	45,8	59,1	57,2
800	47,1	46,3	58,2	57,4
1k	55,2	55,2	69,1	69,1
1,25k	51,0	51,6	68,4	69,0
1,6k	51,0	52,0	69,6	70,6
2k	54,2	55,4	76,5	77,7
2,5k	49,8	51,1	78,8	80,1
3,15k	41,4	42,6	64,0	65,2
4k	36,6	37,6	58,6	59,6
5k	34,1	34,6	47,2	47,7
6,3k	31,0	30,9	46,5	46,4
8k	28,9	27,8	45,5	44,4
10k	24,2	21,7	39,6	37,1
12,5k	---	---	36,4	32,1
16k	---	---	35,5	28,9
20k	---	---	30,2	20,9
L _{Aeq}		61,1		82,8
L _{eq}	75,3		84,3	

Níveis de pressão sonora por bandas de 1/3 de oitava da campanha de Pedras Rubras medidos no ponto mais afastado e mais próximo.

Frequência (Hz)	Ponto mais afastado		Ponto mais próximo	
	L _{eq} (dB)	L _{Aeq} (dB)	L _{eq} (dB)	L _{Aeq} (dB)
6,3	---	---	---	---
8	---	---	---	---
10	---	---	---	---
12,5	---	---	---	---
16	48,2	---	49,4	---
20	48,3	---	50,1	---
25	45,0	0,3	50,9	6,2
31,5	48,9	9,2	58,9	19,2
40	52,4	17,8	60,4	25,8
50	53,8	23,6	63,3	33,1
63	58,3	32,1	55,8	29,6
80	60,5	38,0	58,0	35,5
100	55,3	36,2	58,4	39,3
125	49,0	32,9	54,2	38,1
160	50,6	37,2	52,7	39,3
200	50,0	39,1	51,9	41,0
250	45,1	36,5	49,8	41,2
315	46,3	39,7	48,1	41,5
400	47,6	42,8	47,2	42,4
500	44,5	41,3	45,1	41,9
630	44,9	43,0	47,3	45,4
800	48,9	48,1	49,8	49,0
1k	46,1	46,1	45,4	45,4
1,25k	45,5	46,1	45,8	46,4
1,6k	43,0	44,0	45,1	46,1
2k	44,1	45,3	48,2	49,4
2,5k	39,9	41,2	46,1	47,4
3,15k	49,0	50,2	62,9	64,1
4k	44,8	45,8	56,2	57,2
5k	54,9	55,4	66,8	67,3
6,3k	52,3	52,2	67,7	67,6
8k	52,4	51,3	64,6	63,5
10k	47,9	45,4	59,9	57,4
12,5k	43,6	39,3	55,7	51,4
16k	37,0	30,4	49,1	42,5
20k	---	---	44,9	35,6
L _{Aeq}		60,6		72,8
L _{eq}	66,3		73,9	



Níveis de pressão sonora por bandas de $\frac{1}{3}$ de oitava da campanha de Pedras Rubras medidos no ponto mais afastado e mais próximo.



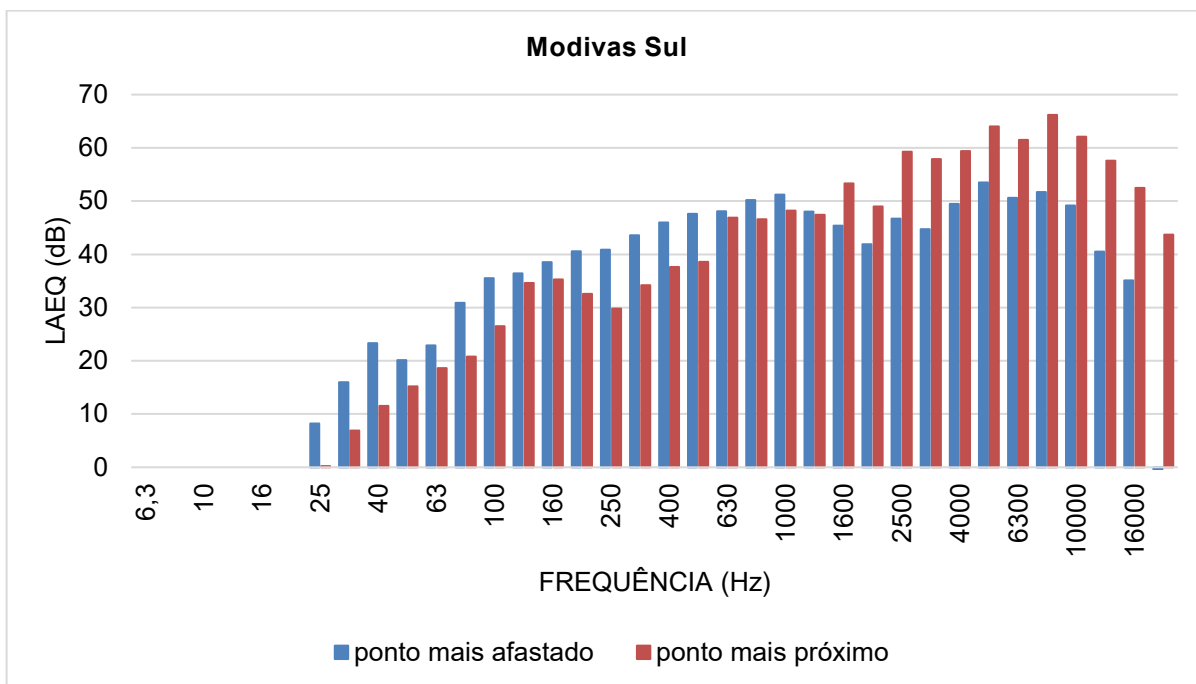
Níveis de pressão sonora por bandas de $\frac{1}{3}$ de oitava da campanha de Vilar do Pinheiro medidos no ponto mais afastado e mais próximo.

Níveis de pressão sonora por bandas de $\frac{1}{3}$ de oitava da campainha de Vilar do Pinheiro medidos no ponto mais afastado e mais próximo.

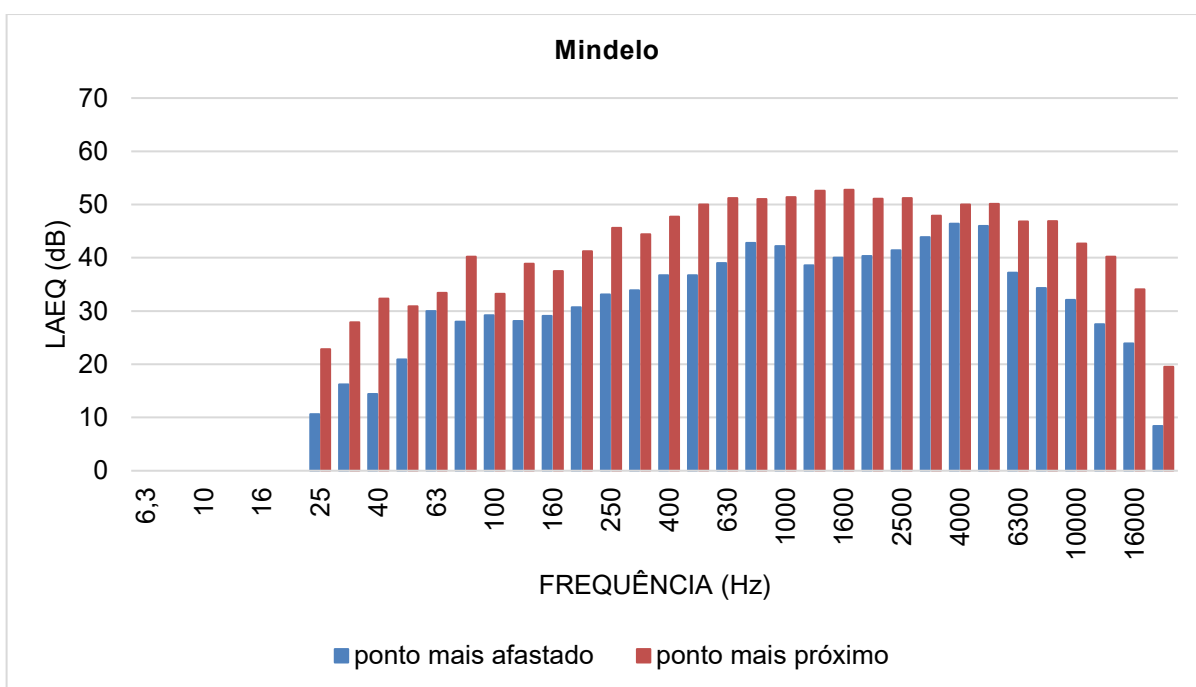
Frequência (Hz)	Ponto mais afastado		Ponto mais próximo	
	L _{eq} (dB)	L _{Aeq} (dB)	L _{eq} (dB)	L _{Aeq} (dB)
6,3	---	---	---	---
8	---	---	---	---
10	---	---	---	---
12,5	56,8	---	56,1	---
16	58,0	---	56,0	---
20	63,9	---	58,1	---
25	68,0	23,3	68,7	24,0
31,5	67,1	27,4	70,1	30,4
40	68,6	34,0	72,3	37,7
50	72,3	42,1	71,7	41,5
63	74,2	48,0	64,2	38,0
80	73,5	51,0	64,3	41,8
100	67,8	48,7	64,8	45,7
125	63,5	47,4	55,3	39,2
160	64,6	51,2	55,3	41,9
200	64,0	53,1	55,4	44,5
250	64,5	55,9	58,9	50,3
315	62,7	56,1	56,7	50,1
400	60,4	55,6	51,9	47,1
500	61,3	58,1	52,3	49,1
630	60,4	58,5	52,6	50,7
800	61,9	61,1	51,9	51,1
1k	62,9	62,9	51,7	51,7
1,25k	58,7	59,3	51,9	52,5
1,6k	56,6	57,6	56,8	57,8
2k	54,7	55,9	48,9	50,1
2,5k	54,7	56,0	59,9	61,2
3,15k	52,9	54,1	52,2	53,4
4k	51,9	52,9	66,4	67,4
5k	59,0	59,5	66,9	67,4
6,3k	56,4	56,3	66,2	66,1
8k	54,5	53,4	63,5	62,4
10k	50,8	48,3	65,7	63,2
12,5k	49,8	45,5	61,3	57,0
16k	46,7	40,1	55,4	48,8
20k	36,0	26,7	49,5	40,2
L_{Aeq}		70,2		73,4
L_{eq}	80,7		79,4	

Níveis de pressão sonora por bandas de $\frac{1}{3}$ de oitava da campainha de Modivas Sul medidos no ponto mais afastado e mais próximo.

Frequência (Hz)	Ponto mais afastado		Ponto mais próximo	
	L _{eq} (dB)	L _{Aeq} (dB)	L _{eq} (dB)	L _{Aeq} (dB)
6,3	---	---	---	---
8	---	---	---	---
10	---	---	---	---
12,5	46,1	---	44,2	---
16	47,4	---	44,4	---
20	51,2	---	45,4	---
25	52,9	8,2	44,9	0,2
31,5	55,7	16,0	46,6	6,9
40	57,9	23,3	46,1	11,5
50	50,3	20,1	45,4	15,2
63	49,1	22,9	44,8	18,6
80	53,4	30,9	43,3	20,8
100	54,6	35,5	45,6	26,5
125	52,5	36,4	50,7	34,6
160	51,9	38,5	48,7	35,3
200	51,5	40,6	43,5	32,6
250	49,5	40,9	38,4	29,8
315	50,2	43,6	40,8	34,2
400	50,8	46,0	42,4	37,6
500	50,8	47,6	41,8	38,6
630	50,0	48,1	48,8	46,9
800	51,0	50,2	47,4	46,6
1k	51,2	51,2	48,2	48,2
1,25k	47,4	48,0	46,8	47,4
1,6k	44,4	45,4	52,3	53,3
2k	40,7	41,9	47,8	49
2,5k	45,4	46,7	58,0	59,3
3,15k	43,5	44,7	56,7	57,9
4k	48,5	49,5	58,4	59,4
5k	53,0	53,5	63,5	64,0
6,3k	50,7	50,6	61,6	61,5
8k	52,8	51,7	67,3	66,2
10k	51,7	49,2	64,6	62,1
12,5k	44,8	40,5	61,9	57,6
16k	41,7	35,1	59,1	52,5
20k	---	---	53,0	43,7
L _{Aeq}		61,2		71,1
L _{eq}	66,5		72,4	



Níveis de pressão sonora por bandas de $\frac{1}{3}$ de oitava da campanha de Modivas Sul medidos no ponto mais afastado e mais próximo.



Níveis de pressão sonora por bandas de $\frac{1}{3}$ de oitava da campanha de Mindelo medidos no ponto mais afastado e mais próximo.

Níveis de pressão sonora por bandas de $\frac{1}{3}$ de oitava da campainha de Mindelo medidos no ponto mais afastado e mais próximo.

Frequência (Hz)	Ponto mais afastado		Ponto mais próximo	
	L_{eq} (dB)	L_{Aeq} (dB)	L_{eq} (dB)	L_{Aeq} (dB)
6,3	---	---	---	---
8	---	---	---	---
10	---	---	---	---
12,5	46,1	---	50,9	---
16	47,0	---	52,0	---
20	45,0	---	53,2	---
25	55,3	10,6	67,5	22,8
31,5	55,9	16,2	67,6	27,9
40	49,0	14,4	66,9	32,3
50	51,1	20,9	61,1	30,9
63	56,2	30,0	59,6	33,4
80	50,5	28,0	62,7	40,2
100	48,3	29,2	52,3	33,2
125	44,2	28,1	55,0	38,9
160	42,5	29,1	50,9	37,5
200	41,6	30,7	52,1	41,2
250	41,7	33,1	54,2	45,6
315	40,5	33,9	51,0	44,4
400	41,5	36,7	52,5	47,7
500	39,9	36,7	53,2	50,0
630	40,9	39,0	53,1	51,2
800	43,6	42,8	51,8	51,0
1k	42,2	42,2	51,4	51,4
1,25k	38,0	38,6	52,0	52,6
1,6k	39,0	40,0	51,8	52,8
2k	39,1	40,3	49,9	51,1
2,5k	40,1	41,4	49,9	51,2
3,15k	42,7	43,9	46,7	47,9
4k	45,4	46,4	49,0	50,0
5k	45,5	46,0	49,6	50,1
6,3k	37,3	37,2	46,9	46,8
8k	35,4	34,3	48,0	46,9
10k	34,6	32,1	45,2	42,7
12,5k	31,8	27,5	44,5	40,2
16k	30,5	23,9	40,7	34,1
20k	17,7	8,4	28,8	19,5
L_{Aeq}		53,4		62,2
L_{eq}	63,0		73,9	